# Phần III

# HOÁ HỌC CÁC NGUYÊN TỐ d VÀ f

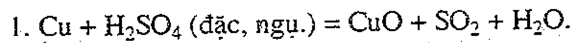
## Chương 1 CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM IB

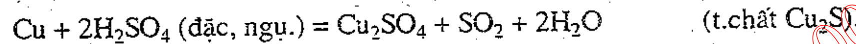
### ĐỒNG

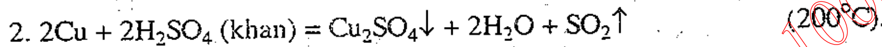
### 551. Cu – ĐỒNG

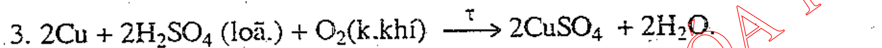
Kim loại màu đỏ, mềm, dẻo. Không biến đổi ở trong không khí khi không có hơi ẩm và $CO_2$, bị mờ đục (tạo nên màng oxit) khi đun nóng. Chất khử yếu (kim loại quý), không phản ứng với nước, axit clohiđric loãng. Tan được nhờ tác dụng của axit không phải là chất oxi hoá hay hiđrat amoniac khi có mặt $O_2$, với kali xianua. Bị axit sunfuric đặc, axit nitric, cường thuỷ, oxi, halogen, cancogen, axit phi kim oxi hoá. Phản ứng khi đun nóng với hiđro halogenua. Điều chế, xem $553^7$, $557^{11}$, $559^{13}$, $561^{7,11}$.

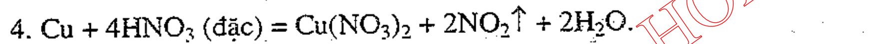
$M = 63{,}546$; $d = 8{,}920$; $t_{nc} = 1084{,}5°C$; $t_s = 2540°C$.

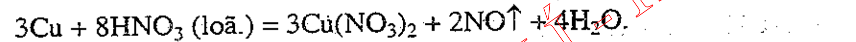

1. $Cu + H_2SO_4$ (đặc, ngụ.) $= CuO + SO_2 + H_2O$.

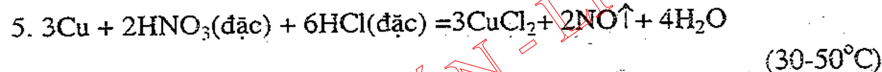

$Cu + 2H_2SO_4$ (đặc, ngụ.) $= Cu_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$ (t.chất $Cu_2S$).

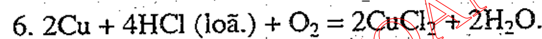

2. $2Cu + 2H_2SO_4$ (khan) $= Cu_2SO_4\downarrow + 2H_2O + SO_2\uparrow$ (200°C).

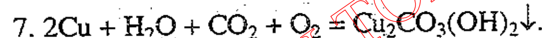

3. $2Cu + 2H_2SO_4$ (loã.) $+ O_2$(k.khí) $\xrightarrow{\tau} 2CuSO_4 + 2H_2O$.

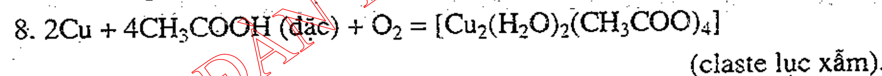

4. $Cu + 4HNO_3$ (đặc) $= Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$.

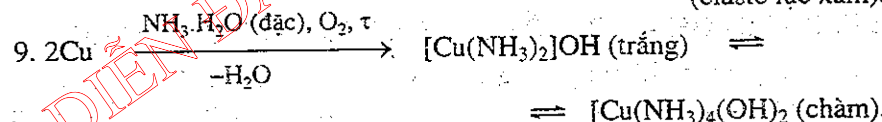

$3Cu + 8HNO_3$ (loã.) $= 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$.


5. $3Cu + 2HNO_3$(đặc) $+ 6HCl$(đặc) $= 3CuCl_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$ (30-50°C).


6. $2Cu + 4HCl$ (loã.) $+ O_2 = 2CuCl_2 + 2H_2O$.


7. $2Cu + H_2O + CO_2 + O_2 = Cu_2CO_3(OH)_2\downarrow$.

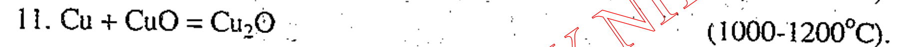

8. $2Cu + 4CH_3COOH$ (đặc) $+ O_2 = [Cu_2(H_2O)_2(CH_3COO)_4]$ (claste lục xẫm).

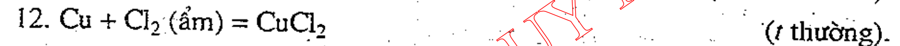

9. $2Cu \xrightarrow[-H_2O]{NH_3.H_2O \text{ (đặc)}, O_2, \tau} [Cu(NH_3)_2]OH$ (trắng) $\rightleftharpoons$

$\rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4(OH)_2$ (chàm).


10. $4Cu + O_2 = 2Cu_2O$ (trên 200°C, khi thiếu oxi).


$2Cu + O_2 = 2CuO$ (400-500°C, khi dư oxi).


11. $Cu + CuO = Cu_2O$ (1000-1200°C).

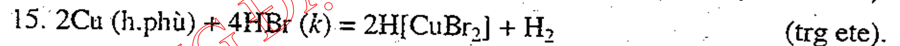

12. $Cu + Cl_2$ (ẩm) $= CuCl_2$ ($t$ thường).


$Cu$ (bột) $+ Br_2 = CuBr_2$ (trg ete).


13. $2Cu + E = Cu_2E$ (300-400°C; E = S, Se).

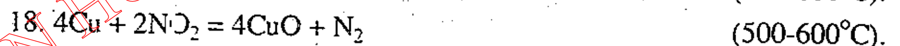

$Cu$ (bột) $+ S$ (bột) $= CuS$ ($t$ thường; trg $CS_2$ lỏng).


14. $2Cu + 2HCl$ ($k$) $= 2CuCl + H_2$ (500-600°C).


15. $2Cu$ (h.phù) $+ 4HBr$ ($k$) $= 2H[CuBr_2] + H_2$ (trg ete).

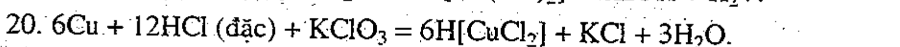

16. $6Cu + SO_2 = Cu_2S + 2Cu_2O$ (600-800°C).


17. $4Cu + 2NO = 2Cu_2O + N_2$ (500-600°C).


18. $4Cu + 2NO_2 = 4CuO + N_2$ (500-600°C).


$Cu + 2N_2O_4 = Cu(NO_3)_2 + 2NO$ (80°C, trg etylaxetat).

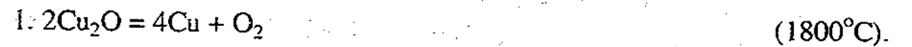

19. $2Cu + 4KCN$ (đặc) $+ 2H_2O = 2K[Cu(CN)_2] + 2KOH + H_2\uparrow$.

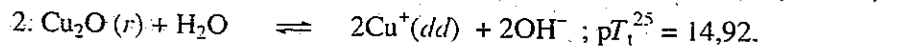

20. $6Cu + 12HCl$ (đặc) $+ KClO_3 = 6H[CuCl_2] + KCl + 3H_2O$.

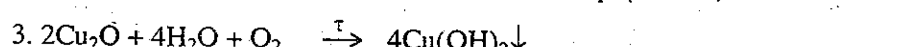
### 552. $Cu_2O$ – ĐỒNG(I) OXIT

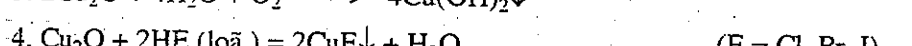
Khoáng vật cuprit. Đỏ thẫm (tinh thể lớn) hoặc vàng (tinh thể bé). Nóng chảy không phân huỷ, phân huỷ khi nung. Ở trạng thái ẩm, bị $O_2$ không khí oxi hoá. Không phản ứng với nước. Bị axit, kiềm phân huỷ. Tan được trong dung dịch amoniac, dung dịch muối amoni. Bị hiđro, cacbon monooxit, kim loại hoạt động khử. Điều chế, xem $551^{10,11}$, $557^{13}$, $560^5$, $561^6$.

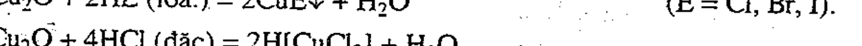
$M = 143{,}09$; $d = 6{,}1$; $t_{nc} = 1240°C$.

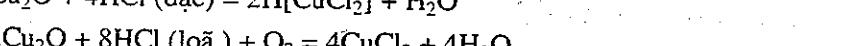

1. $2Cu_2O = 4Cu + O_2$ (1800°C).


2. $Cu_2O$ ($r$) $+ H_2O \rightleftharpoons 2Cu^+(dd) + 2OH^-$ ; $pT_t^{25} = 14{,}92$.


3. $2Cu_2O + 4H_2O + O_2 \xrightarrow{\tau} 4Cu(OH)_2\downarrow$


4. $Cu_2O + 2HE$ (loã.) $= 2CuE\downarrow + H_2O$ (E = Cl, Br, I).


$Cu_2O + 4HCl$ (đặc) $= 2H[CuCl_2] + H_2O$


$2Cu_2O + 8HCl$ (loã.) $+ O_2 = 4CuCl_2 + 4H_2O$.

5. $Cu_2O + H_2SO_4$ (loã.) = $CuSO_4 + Cu\downarrow + H_2O$.

6. $Cu_2O + 6HNO_3$ (đặc) = $2Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 3H_2O$.

7. $Cu_2O + 2NaOH$ (đặc) $+ H_2O \rightleftharpoons 2Na[Cu(OH)_2]$.

8. $Cu_2O + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] = $2[Cu(NH_3)_2]OH + 3H_2O$.

9. $Cu_2O + 2(NH_4)_2SO_4$ (đặc) $+ 3H_2O = 2[Cu(H_2O)(NH_3)]_2SO_4 + H_2SO_4$.

10. $2Cu_2O + O_2 = 4CuO$ (500°C).

11. $Cu_2O + H_2 = 2Cu + H_2O$ (trên 250°C).

12. $Cu_2O + CO = 2Cu + CO_2$ (250-300°C).

13. $3Cu_2O + 2Al = 6Cu + Al_2O_3$ (1000°C).

14. $3Cu_2O + 2NH_3$ (*k*) = $2Cu_3N$ (lục) $+ 3H_2O$ (250°C).

15. $2Cu_2O + 3S = 2Cu_2S + SO_2$ (trên 600°C).

16. $5Cu_2O + 13H_2SO_4$ (loã.) $+ 2KMnO_4 = 10CuSO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 13H_2O$.

## 553. CuO – ĐỒNG(II) OXIT

Khoáng vật tenorit. Đen- nâu, phân huỷ khi nung, chỉ nóng chảy dưới áp suất dư của $O_2$. Dạng đã nung thụ động hoá học. Không phản ứng với nước, kiềm loãng. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit loãng, kiềm đặc, với oxit kim loại kiềm ở nhiệt độ cao. Phản ứng chậm với hiđrat amoniac. Bị hiđro, cacbon, kim loại hoạt động khử. Điều chế, xem 551[10], 554[1,3], 555[1,3], 556[1].

$M = 79{,}55; d = 6{,}315; t_{nc} = 1148°C$ (*p*).

1. $4CuO = 2Cu_2O + O_2$ (1026-1100°C).

2. $CuO$ (*r*) $+ 5H_2O \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_4]^{2+} + 2OH^-$; $pT_1^{25} = 20{,}32$.

3. $CuO + 2HCl$ (loã.) = $CuCl_2 + H_2O$.

4. $CuO + 2NaOH$ (30-40%) $+ H_2O = Na_2[Cu(OH)_4]$ (đ.sôi).

5. $CuO + Na_2O = Na_2CuO_2$ (800-1000°C).

6. $CuO + 4(NH_3 . H_2O)$ [đặc] $\xrightarrow{T} [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 3H_2O$.

7. $CuO + H_2 = Cu + H_2O$ (150-250°C).

8. $CuO + CO = Cu + CO_2$ (250-450°C).



$CuO + C$ (cốc) = $Cu + CO$ (1200°C).

9. $3CuO + 2Al = 3Cu + Al_2O_3$ (1000-1100°C).

10. $3CuO + 2NH_3(k) = 3Cu + N_2 + 3H_2O$ (500-550°C).

## 554. $Cu(OH)_2$ – ĐỒNG(II) HIĐROXIT

Tinh thể màu lam tươi hoặc dạng vô định hình (kết tinh từ dung dịch nước) màu lam nhạt. Không bền nhiệt. Không tan trong nước, tan được trong dung dịch amoniac. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit loãng, kiềm đặc. Chất oxi hoá yếu, chất khử. Điều chế, xem 556[4,5], 557[4,5], 559[6], 563[4].

$M = 97{,}56$; $d = 3{,}368$ (v.đ.h.); $pT_1^{25} = 19{,}25$.

1. $Cu(OH)_2$ (h.phù) = $CuO + H_2O$ (40-80°C).
   $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$ (200°C).

2. $Cu(OH)_2 + 2HCl$ (loã.) = $CuCl_2 + 2H_2O$.

3. $Cu(OH)_2$ (ẩm) $\xrightarrow{NaOH\ (40-50\%)}$ $Cu(OH)_2$ (*dd keo*), $Na_2[Cu(OH)_4]$ (tím).
   $Na_2[Cu(OH)_4]$ (*dd*) = $CuO\downarrow + H_2O + 2NaOH$ (đ.sôi).
   $Na_2[Cu(OH)_4]$ (*r*) = $Na_2CuO_2 + 2H_2O$ (trên 200°C).

4. $Cu(OH)_2 + 4(NH_3 . H_2O)$ [đặc] = $[Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$.

5. $2Cu(OH)_2$ (h.phù) $+ CO_2 = Cu_2CO_3(OH)_2\downarrow + H_2O$.

6. $Cu(OH)_2$ (h.phù) $+ H_2S$ (b.hoà) = $CuS\downarrow + 2H_2O$.

7. $2Cu(OH)_2 + 2(NH_2OH . H_2O) = Cu_2O\downarrow + N_2\uparrow + 7H_2O$ (đ.sôi).
   $4Cu(OH)_2 + N_2H_4 . H_2O = 2Cu_2O\downarrow + N_2\uparrow + 7H_2O$ (đ.sôi).

8. $2Cu(OH)_2 + NaAsO_2$(đặc, ng') $+ 2NaOH = Cu_2O\downarrow + Na_3AsO_4 + 3H_2O$

9. $2Cu(OH)_2 + K_2S_2O_6(O_2) + 2KOH = Cu_2O_3\downarrow + 2K_2SO_4 + 3H_2O$.

10. $2Cu(OH)_2 + NaEO + 2NaOH$ (đặc) $+ H_2O = 2Na[Cu(OH)_4] + NaE$. (E = Cl, Br).

## 555. $Cu_2CO_3(OH)_2$ – ĐI ĐỒNG(II) ĐIHIĐROXIT CACBONAT

Lục nhạt, phân huỷ không nóng chảy khi đun nóng nhẹ. Có thành phần biến đổi (1-2)$CuCO_3.Cu(OH)_2$ (khoáng vật malachit) khi kết tủa từ dung

dịch. Không tan trong nước nguội, bị nước sôi, axit phân huỷ; phản ứng với kali xianua, muối amoni. Chuyển thành muối trung hoà khi tác dụng với $CO_2$ dưới áp suất dư. Điều chế, xem 551[7], 554[5], 557[9].

$M = 221,11; d = 4,05.$

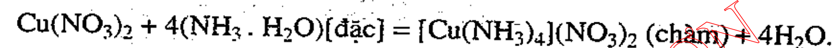
1. $Cu_2CO_3(OH)_2 = 2CuO + CO_2 + H_2O$ (180-200°C).
2. $Cu_2CO_3(OH)_2(r) + 8H_2O \rightleftharpoons 2[Cu(H_2O)_4]^{2+} + CO_3^{2-} + 2OH^-$; $pT_t^{25} = 33,11$.
3. $Cu_2CO_3(OH)_2$ (h.phù) $= 2CuO\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$ (đ.sôi).
4. $Cu_2CO_3(OH)_2 + 4HCl$ (loã.) $= 2CuCl_2 + CO_2\uparrow + 3H_2O$
5. $Cu_2CO_3(OH)_2 + 4NH_4Cl$ (đặc) $= 2CuCl_2 + CO_2\uparrow + 3H_2O + 4NH_3\uparrow$ (đ.sôi).
6. $Cu_2CO_3(OH)_2 + 8(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Cu(NH_3)_4]CO_3 + [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 8H_2O$.
7. $Cu_2CO_3(OH)_2 + 8KCN$ (đặc) $= K_2[Cu(CN)_4] + K_2CO_3 + 2KOH$.
8. $Cu_2CO_3(OH)_2 + 4CO_2 + 4KOH$(loã.)$= 2K_2[Cu(CO_3)_2]$(chàm) $+ 3H_2O$.
9. $Cu_2CO_3(OH)_2 + CO_2 = 2CuCO_3 + H_2O$ (180°C, p).

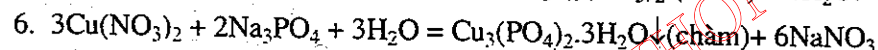
### 556. $Cu(NO_3)_2$ – ĐỒNG(II) NITRAT

Trắng với sắc lục, dễ bay hơi phản ứng khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân). Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 551[4.18].

$M = 187,55; d = 2,07$ (t.thể); $t_{nc} = 226°C$ (p); $k_t = 124,7^{(20)}, 207,7^{(80)}$.

1. $2Cu(NO_3)_2 = 2CuO + 4NO_2 + O_2$ (trên 170°C).
2. $Cu(NO_3)_2 . 6H_2O$ (chàm) $= Cu(NO_3)_2 + 6H_2O$ (đến 100°C, c.không).
3. $Cu(NO_3)_2$ (loã.) $+ 4H_2O = [Cu(H_2O)_4]^{2+} + 2NO_3^-$ (pH<7,xem 557[3]).
4. $Cu(NO_3)_2 + 2NaOH$ (loã.) $= Cu(OH)_2\downarrow + 2NaNO_3$.
5. $Cu(NO_3)_2 + 2(NH_3 . H_2O)$[loã.] $= Cu(OH)_2 + 2NH_4NO_3$,


$Cu(NO_3)_2 + 4(NH_3 . H_2O)$[đặc] $= [Cu(NH_3)_4](NO_3)_2$ (chàm) $+ 4H_2O$.


6. $3Cu(NO_3)_2 + 2Na_3PO_4 + 3H_2O = Cu_3(PO_4)_2.3H_2O\downarrow$(chàm)$+ 6NaNO_3$

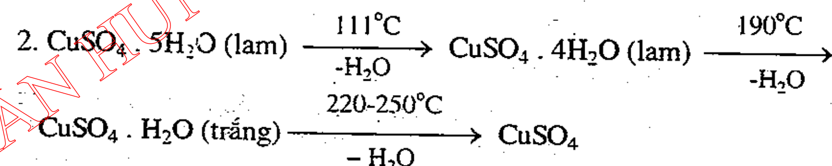


### 557. $CuSO_4$ – ĐỒNG(II) SUNFAT

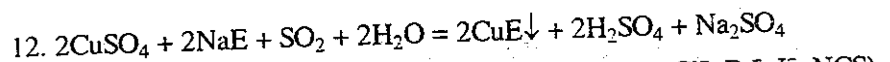
Khoáng vật chancokianit. Trắng, rất hút ẩm, dễ nóng chảy, phân huỷ khi đun nóng mạnh. Tinh thể hiđrat $CuSO_4.5H_2O$ (khoáng vật chancantit) có cấu tạo $[Cu(H_2O)_4]SO_4.H_2O$. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac, đihiđro sunfua, kim loại hoạt động. Tham gia phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem 551[1], 562[2-4], 563[1].

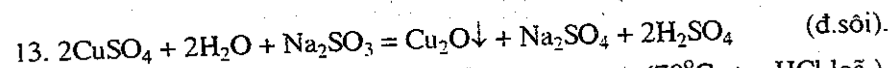
$M = 159,61; d = 3,603; t_{nc} = 200°C; k_t = 20,5^{(20)}; 55,5^{(80)}$.

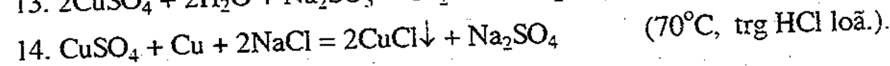

1. $2CuSO_4 = 2CuO + 2SO_2 + O_2$ (653-720°C, t.chất $SO_3$).

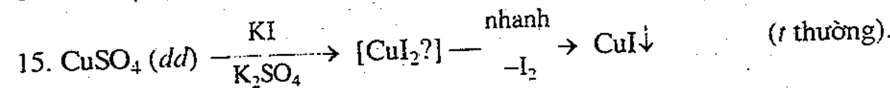

2. $CuSO_4 . 5H_2O$ (lam) $\xrightarrow[-H_2O]{111°C}$ $CuSO_4 . 4H_2O$ (lam) $\xrightarrow[-H_2O]{190°C}$ $CuSO_4 . H_2O$ (trắng) $\xrightarrow[-H_2O]{220-250°C}$ $CuSO_4$

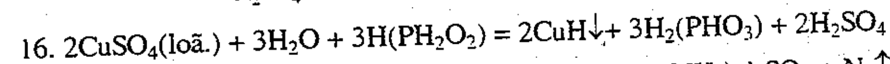
3. $CuSO_4$ (loã.) $+ 4H_2O = [Cu(H_2O)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$
   $[Cu(H_2O)_4]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_3(OH)]^+ + H_3O^+$; $pK_a = 7,34$.
4. $CuSO_4 + 2NaOH$(loã.) $= Cu(OH)_2$ (gel) $+ Na_2SO_4$.
   $CuSO_4$ (loã.) $+ 2NaOH(r) = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$.
5. $CuSO_4 + 2(NH_3 . H_2O)$[loã., ngu.] $= Cu(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$.
6. $2CuSO_4 + 2(NH_3 . H_2O$ [loã., ng'] $= Cu_2SO_4(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$.
7. $CuSO_4 + 4(NH_3 . H_2O$ [đặc] $= [Cu(NH_3)_4]SO_4 + 4H_2O$.
8. $CuSO_4 + 5NH_3 (k) = [Cu(NH_3)_5]SO_4$ (t thường).
   $[Cu(NH_3)_5]SO_4 = [Cu(NH_3)_4]SO_4 + NH_3$ (90°C).
9. $2CuSO_4 + 4NaHCO_3 = Cu_2CO_3(OH)_2\downarrow + 2Na_2SO_4 + 3CO_2\uparrow + H_2O$ (đ.sôi).
10. $CuSO_4 + H_2S$ (b.hoà) $= CuS\downarrow + H_2SO_4$.
11. $CuSO_4 + M = Cu\downarrow + MSO_4$ (M = Fe, Zn).
    $CuSO_4$ (dd) $+ H_2 = Cu\downarrow + H_2SO_4$ (180°C, p).

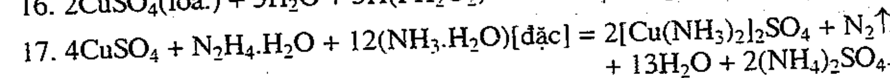

12. $2CuSO_4 + 2NaE + SO_2 + 2H_2O = 2CuE\downarrow + 2H_2SO_4 + Na_2SO_4$ ($E = Cl^-, Br^-, I^-$, NCS).

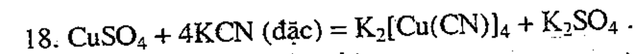

13. $2CuSO_4 + 2H_2O + Na_2SO_3 = Cu_2O\downarrow + Na_2SO_4 + 2H_2SO_4$ (đ.sôi).

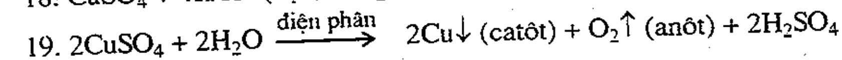

14. $CuSO_4 + Cu + 2NaCl = 2CuCl\downarrow + Na_2SO_4$ (70°C, trg HCl loã.).


15. $CuSO_4$ (*dd*) $\xrightarrow[K_2SO_4]{KI}$ $[CuI_2?]$ $\xrightarrow[-I_2]{\text{nhanh}}$ $CuI\downarrow$ (*t* thường).


16. $2CuSO_4$(loã.) $+ 3H_2O + 3H(PH_2O_2) = 2CuH\downarrow + 3H_2(PHO_3) + 2H_2SO_4$


17. $4CuSO_4 + N_2H_4.H_2O + 12(NH_3.H_2O)$[đặc] $= 2[Cu(NH_3)_2]_2SO_4 + N_2\uparrow + 13H_2O + 2(NH_4)_2SO_4$.

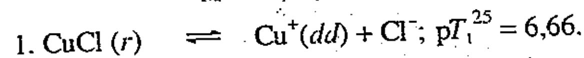

18. $CuSO_4 + 4KCN$ (đặc) $= K_2[Cu(CN)]_4 + K_2SO_4$.

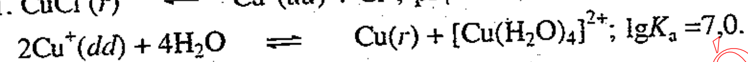

19. $2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Cu\downarrow$ (catôt) $+ O_2\uparrow$ (anôt) $+ 2H_2SO_4$

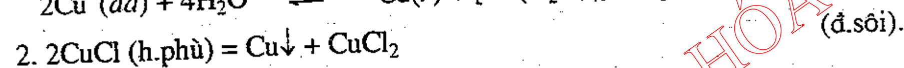
## 558. CuCl – ĐỒNG(I) CLORUA

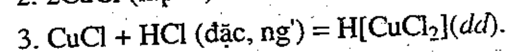
Khoáng vật nantokit. Trắng, trở nên xanh khi đun nóng vừa phải, nóng chảy và sôi không phân huỷ. Không tan trong nước nguội, bị nước sôi phân huỷ. Phản ứng với axit đặc. Tan được trong dung dịch amoniac, dung dịch kali xianua. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 551[14], 557[12,14], 559[12].

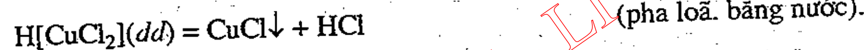
$M = 99{,}00$; $d = 4{,}14$; $t_{nc} = 430°C$; $t_s = 1212°C$.

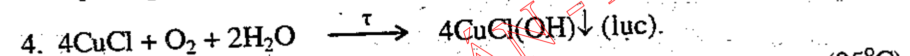

1. CuCl (*r*) $\rightleftharpoons$ $Cu^+$(*dd*) $+ Cl^-$; $pT_t^{25} = 6{,}66$.

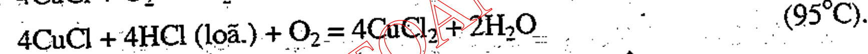

$2Cu^+(dd) + 4H_2O \rightleftharpoons Cu(r) + [Cu(H_2O)_4]^{2+}$; $\lg K_a = 7{,}0$.

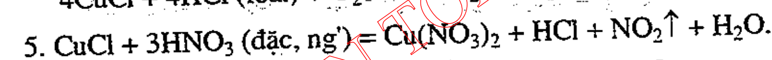

2. 2CuCl (h.phù) $= Cu\downarrow + CuCl_2$ (đ.sôi).


3. CuCl + HCl (đặc, ng') $= H[CuCl_2]$(*dd*).

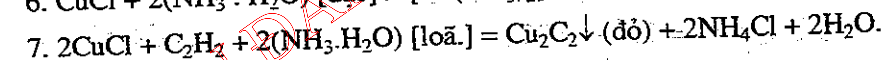

$H[CuCl_2](dd) = CuCl\downarrow + HCl$ (pha loã. bằng nước).


4. $4CuCl + O_2 + 2H_2O \xrightarrow{\tau} 4CuCl(OH)\downarrow$ (lục).

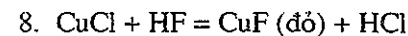

$4CuCl + 4HCl$ (loã.) $+ O_2 = 4CuCl_2 + 2H_2O$ (95°C).

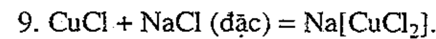

5. $CuCl + 3HNO_3$ (đặc, ng') $= Cu(NO_3)_2 + HCl + NO_2\uparrow + H_2O$.

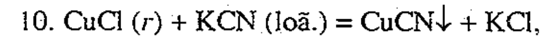

6. $CuCl + 2(NH_3 . H_2O)$ [đặc] $= [Cu(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$.

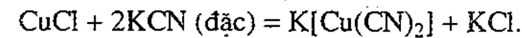

7. $2CuCl + C_2H_2 + 2(NH_3.H_2O)$ [loã.] $= Cu_2C_2\downarrow$ (đỏ) $+ 2NH_4Cl + 2H_2O$.

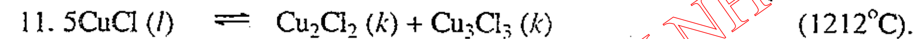



8. CuCl + HF = CuF (đỏ) + HCl (trên 1000°C).


9. CuCl + NaCl (đặc) $= Na[CuCl_2]$.


10. CuCl (*r*) + KCN (loã.) $= CuCN\downarrow + KCl$,


CuCl + 2KCN (đặc) $= K[Cu(CN)_2] + KCl$.

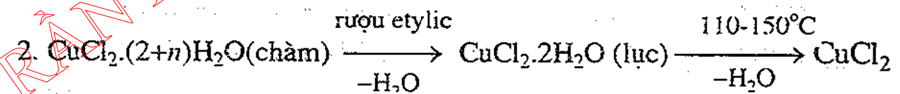

11. 5CuCl (*l*) $\rightleftharpoons$ $Cu_2Cl_2$ (*k*) $+ Cu_3Cl_3$ (*k*) (1212°C).

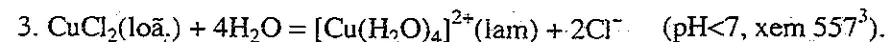
## 559. $CuCl_2$ – ĐỒNG(II) CLORUA

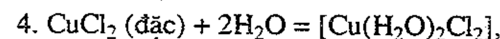
Khoáng vật eriochanxit (đihiđrat). Nâu-vàng, nóng chảy không phân huỷ khi đun nóng vừa phải, sôi và phân huỷ khi đun nóng mạnh hơn. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Tan trong rượu etylic, rượu metylic, ete. Phản ứng với axit clohiđric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Chất oxi hoá yếu. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 551[5], 553[3], 554[2].

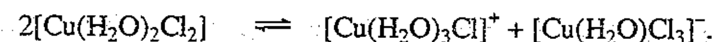
$M = 134{,}45$; $d = 3{,}386$; $t_{nc} = 596°C$; $t_s = 993°C$ (phân huỷ); $k_t = 72{,}7^{(20)}; 96{,}1^{(80)}$.

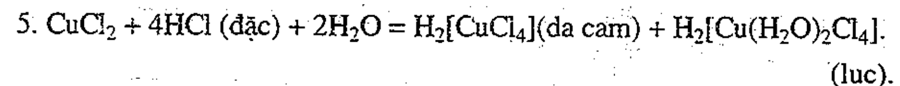

1. $2CuCl_2 = 2CuCl + Cl_2$ (trên 993°C).

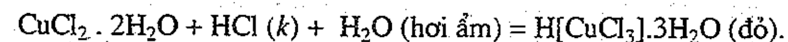

2. $CuCl_2.(2+n)H_2O$(chàm) $\xrightarrow[-H_2O]{\text{rượu etylic}}$ $CuCl_2.2H_2O$ (lục) $\xrightarrow[-H_2O]{110\text{-}150°C}$ $CuCl_2$

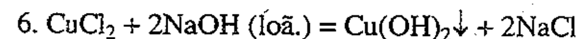

3. $CuCl_2$(loã.) $+ 4H_2O = [Cu(H_2O)_4]^{2+}$(lam) $+ 2Cl^-$ (pH<7, xem 557[3]).


4. $CuCl_2$ (đặc) $+ 2H_2O = [Cu(H_2O)_2Cl_2]$,

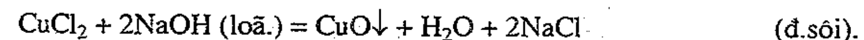

$2[Cu(H_2O)_2Cl_2] \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_3Cl]^+ + [Cu(H_2O)Cl_3]^-$.

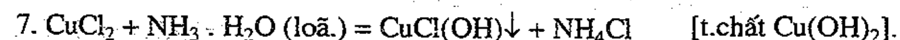

5. $CuCl_2 + 4HCl$ (đặc) $+ 2H_2O = H_2[CuCl_4]$(da cam) $+ H_2[Cu(H_2O)_2Cl_4]$. (lục).

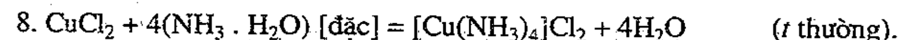

$CuCl_2 . 2H_2O + HCl$ (*k*) $+ H_2O$ (hơi ẩm) $= H[CuCl_3].3H_2O$ (đỏ).

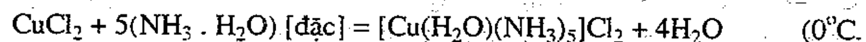

6. $CuCl_2 + 2NaOH$ (loã.) $= Cu(OH)_2\downarrow + 2NaCl$

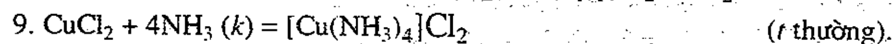
[*t* thường, t.chất CuCl(OH)].

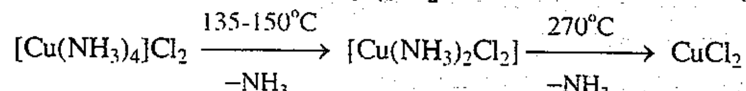

$CuCl_2 + 2NaOH$ (loã.) $= CuO\downarrow + H_2O + 2NaCl$ (đ.sôi).

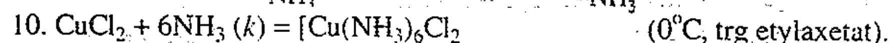

7. $CuCl_2 + NH_3 . H_2O$ (loã.) $= CuCl(OH)\downarrow + NH_4Cl$ [t.chất $Cu(OH)_2$].


8. $CuCl_2 + 4(NH_3 . H_2O)$ [đặc] $= [Cu(NH_3)_4]Cl_2 + 4H_2O$ (*t* thường).


$CuCl_2 + 5(NH_3 . H_2O)$ [đặc] = $[Cu(H_2O)(NH_3)_5]Cl_2 + 4H_2O$ (0°C.

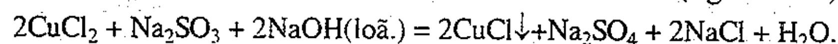

9. $CuCl_2 + 4NH_3$ (*k*) = $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$ (*t* thường).

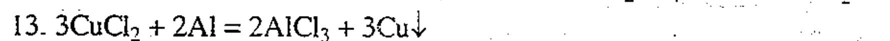

$$[Cu(NH_3)_4]Cl_2 \xrightarrow[-NH_3]{135\text{-}150^\circ C} [Cu(NH_3)_2Cl_2] \xrightarrow[-NH_3]{270^\circ C} CuCl_2$$

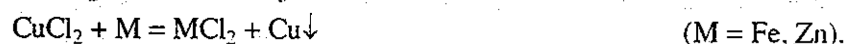

10. $CuCl_2 + 6NH_3$ (*k*) = $[Cu(NH_3)_6Cl_2$ (0°C, trg etylaxetat).

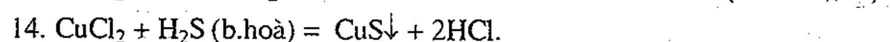

11. $CuCl_2 + F_2$ (*k*) = $CuF_2 + Cl_2$ (400°C).

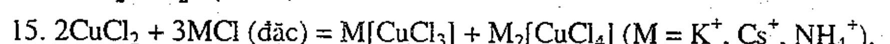

12. $CuCl_2 + Cu \xrightarrow{\tau} 2CuCl\downarrow$ (trg HCl loã.).

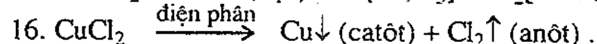

$2CuCl_2 + Na_2SO_3 + 2NaOH$(loã.) = $2CuCl\downarrow + Na_2SO_4 + 2NaCl + H_2O$.


13. $3CuCl_2 + 2Al = 2AlCl_3 + 3Cu\downarrow$


$CuCl_2 + M = MCl_2 + Cu\downarrow$ (M = Fe, Zn).


14. $CuCl_2 + H_2S$ (b.hoà) = $CuS\downarrow + 2HCl$.

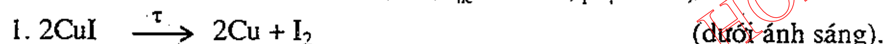

15. $2CuCl_2 + 3MCl$ (đặc) = $M[CuCl_3] + M_2[CuCl_4]$ ($M = K^+, Cs^+, NH_4^+$).


16. $CuCl_2 \xrightarrow{\text{điện phân}} Cu\downarrow$ (catôt) + $Cl_2\uparrow$ (anôt) .

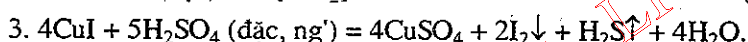
### 560. CuI – ĐỒNG(I) IOĐUA

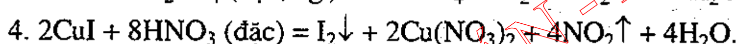
Khoáng vật macsit. Trắng, sẫm lại khi đun nóng, nóng chảy không phân huỷ. Nhạy cảm với ánh sáng. Không tan trong nước, không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với hiđrat amoniac. Bị kiềm đặc phân huỷ. Tan được trong các dung dịch axit iothiđric đặc, natri thiosunfat, kali iođua, kali xianua. Điều chế, xem 552[4], 557[12].

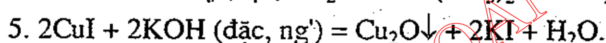
$M = 190{,}45$; $d = 5{,}620$; $t_{nc} = 605$°C; $pT_t^{25} = 11{,}96$.

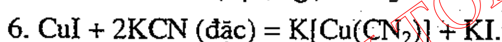

1. $2CuI \xrightarrow{\tau} 2Cu + I_2$ (dưới ánh sáng).

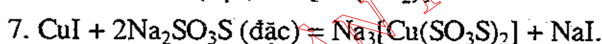

2. $CuI + MI$ (đặc) = $M[CuI_2]$ (M = H, K).

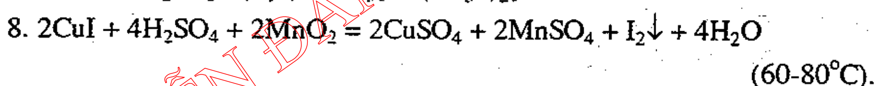

3. $4CuI + 5H_2SO_4$ (đặc, ng') = $4CuSO_4 + 2I_2\downarrow + H_2S\uparrow + 4H_2O$.


4. $2CuI + 8HNO_3$ (đặc) = $I_2\downarrow + 2Cu(NO_3)_2 + 4NO_2\uparrow + 4H_2O$.


5. $2CuI + 2KOH$ (đặc, ng') = $Cu_2O\downarrow + 2KI + H_2O$.


6. $CuI + 2KCN$ (đặc) = $K[Cu(CN_2)] + KI$.


7. $CuI + 2Na_2SO_3S$ (đặc) = $Na_3[Cu(SO_3S)_2] + NaI$.


8. $2CuI + 4H_2SO_4 + 2MnO_2 = 2CuSO_4 + 2MnSO_4 + I_2\downarrow + 4H_2O$ (60-80°C).

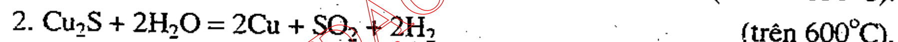


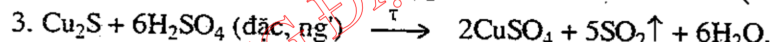
### 561. $Cu_2S$ – ĐỒNG(I) SUNFUA

Khoáng vật chancosin, có màu xanh-đen. Có vùng đồng thể $Cu_{2-x}S$ ($0{,}06 \le x \le 0{,}20$) đối với hợp chất không hợp thức $Cu_{1,94}S$, $t_{nc} = 1130$°C. Không tan trong nước. Không phản ứng với axit clohiđric, sunfua kim loại kiềm. Bị axit đặc là chất oxi hoá và oxi oxi hoá, tan được chậm trong dung dịch amoniac, dung dịch kali xianua. Điều chế, xem 551[13,18], 562[1,5].

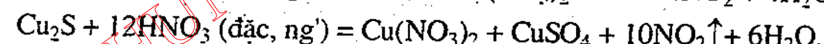
$M = 159{,}16$; $d = 5{,}8$; $pT_t^{25} = 47{,}64$.

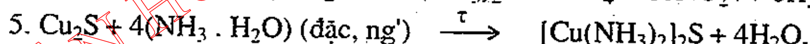

1. $Cu_2S = Cu_{2-x}S + xCu$ (1000-1130°C).

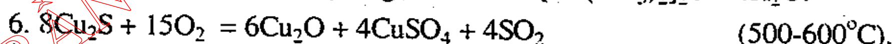

2. $Cu_2S + 2H_2O = 2Cu + SO_2 + 2H_2$ (trên 600°C).


3. $Cu_2S + 6H_2SO_4$ (đặc, ng') $\xrightarrow{\tau}$ $2CuSO_4 + 5SO_2\uparrow + 6H_2O$.


4. $Cu_2S + 8HNO_3$ (đặc, ng') $\xrightarrow{\tau}$ $2Cu(NO_3)_2 + S\downarrow + 4NO_2 + 4H_2O$.


$Cu_2S + 12HNO_3$ (đặc, ng') = $Cu(NO_3)_2 + CuSO_4 + 10NO_2\uparrow + 6H_2O$.

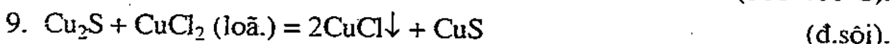

5. $Cu_2S + 4(NH_3 . H_2O)$ (đặc, ng') $\xrightarrow{\tau}$ $[Cu(NH_3)_2]_2S + 4H_2O$.

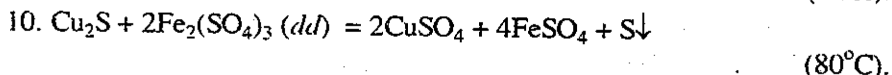

6. $8Cu_2S + 15O_2 = 6Cu_2O + 4CuSO_4 + 4SO_2$ (500-600°C).

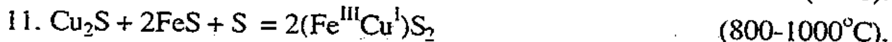

$2Cu_2S + 3O_2 = 2Cu_2O + 2SO_2$ (1200-1300°C).

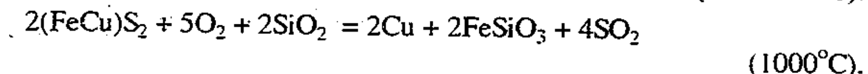

7. $Cu_2S + 2Cu_2O = 6Cu + SO_2$ (1200-1300°C).

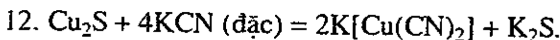

8. $Cu_2S + Cl_2 = 2CuCl + S$ (300-400°C).


9. $Cu_2S + CuCl_2$ (loã.) = $2CuCl\downarrow + CuS$ (đ.sôi).


10. $Cu_2S + 2Fe_2(SO_4)_3$ (*dd*) = $2CuSO_4 + 4FeSO_4 + S\downarrow$ (80°C).


11. $Cu_2S + 2FeS + S = 2(Fe^{III}Cu^{I})S_2$ (800-1000°C).


$2(FeCu)S_2 + 5O_2 + 2SiO_2 = 2Cu + 2FeSiO_3 + 4SO_2$ (1000°C).

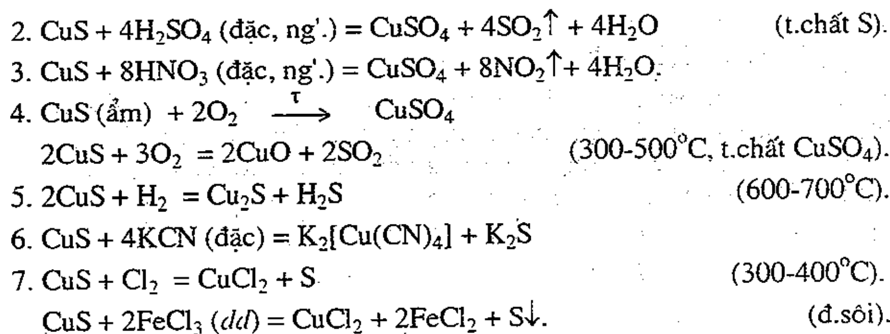

12. $Cu_2S + 4KCN$ (đặc) = $2K[Cu(CN)_2] + K_2S$.

### 562. CuS – ĐỒNG(II) SUNFUA

Khoáng vật covelin. Đen, nóng chảy và phân huỷ khi đun nóng nhẹ. Ở trạng thái ẩm bị $O_2$ không khí oxi hoá. Không tan trong nước. Không phản ứng với axit clohiđric, kiềm, hiđrat amoniac, sunfua kim loại kiềm. Bị axit đặc phân huỷ, phản ứng với kali xianua. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 551[13], 557[10], 559[14].

$M = 95{,}61$; $d = 4{,}68$; $t_{nc} = 200$°C (phân huỷ); $pT_t^{25} = 35{,}85$.


1. $2CuS = Cu_2S + S$ (200-450°C).



2. $CuS + 4H_2SO_4$ (đặc, ng'.) $= CuSO_4 + 4SO_2\uparrow + 4H_2O$ (t.chất S).

3. $CuS + 8HNO_3$ (đặc, ng'.) $= CuSO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$.

4. $CuS$ (ẩm) $+ 2O_2 \xrightarrow{\tau} CuSO_4$

$2CuS + 3O_2 = 2CuO + 2SO_2$ (300-500°C, t.chất $CuSO_4$).

5. $2CuS + H_2 = Cu_2S + H_2S$ (600-700°C).

6. $CuS + 4KCN$ (đặc) $= K_2[Cu(CN)_4] + K_2S$

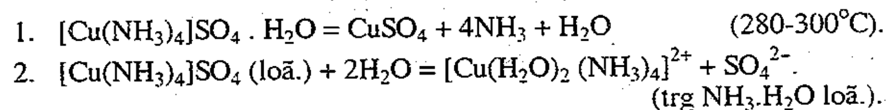
7. $CuS + Cl_2 = CuCl_2 + S$ (300-400°C).

$CuS + 2FeCl_3$ (*dd*) $= CuCl_2 + 2FeCl_2 + S\downarrow$. (đ.sôi).

### 563. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ – TETRAAMMIN ĐỒNG(II) SUNFAT

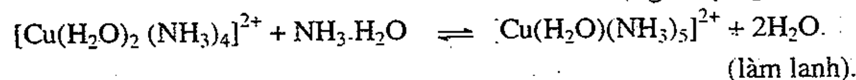
Xanh chàm (tinh thể hiđrat), phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong lượng ít nước, chỉ bền trong dung dịch loãng khi có mặt hiđrat amoniac. Bị nước nóng, axit phân huỷ. Bị hiđrazin khử. Điều chế, xem 557[7,8].

$M = 227{,}73$; $d = 1{,}81$ (t.thể); $k_t = 16{,}9^{(22)}$.

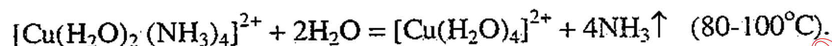


1. $[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O = CuSO_4 + 4NH_3 + H_2O$ (280-300°C).

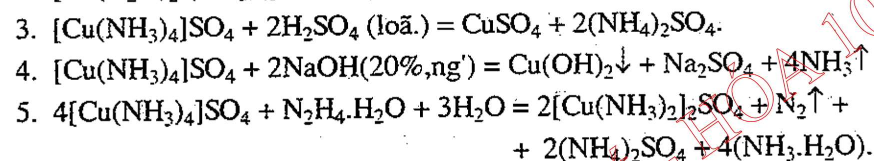
2. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ (loã.) $+ 2H_2O = [Cu(H_2O)_2(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$.
(trg $NH_3.H_2O$ loã.).



$[Cu(H_2O)_2(NH_3)_4]^{2+} + NH_3.H_2O \rightleftharpoons [Cu(H_2O)(NH_3)_5]^{2+} + 2H_2O$.
(làm lạnh).



$[Cu(H_2O)_2(NH_3)_4]^{2+} + 2H_2O = [Cu(H_2O)_4]^{2+} + 4NH_3\uparrow$ (80-100°C).



3. $[Cu(NH_3)_4]SO_4 + 2H_2SO_4$ (loã.) $= CuSO_4 + 2(NH_4)_2SO_4$.

4. $[Cu(NH_3)_4]SO_4 + 2NaOH$(20%,ng') $= Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4 + 4NH_3\uparrow$

5. $4[Cu(NH_3)_4]SO_4 + N_2H_4.H_2O + 3H_2O = 2[Cu(NH_3)_2]_2SO_4 + N_2\uparrow +$
$+ 2(NH_4)_2SO_4 + 4(NH_3.H_2O)$.

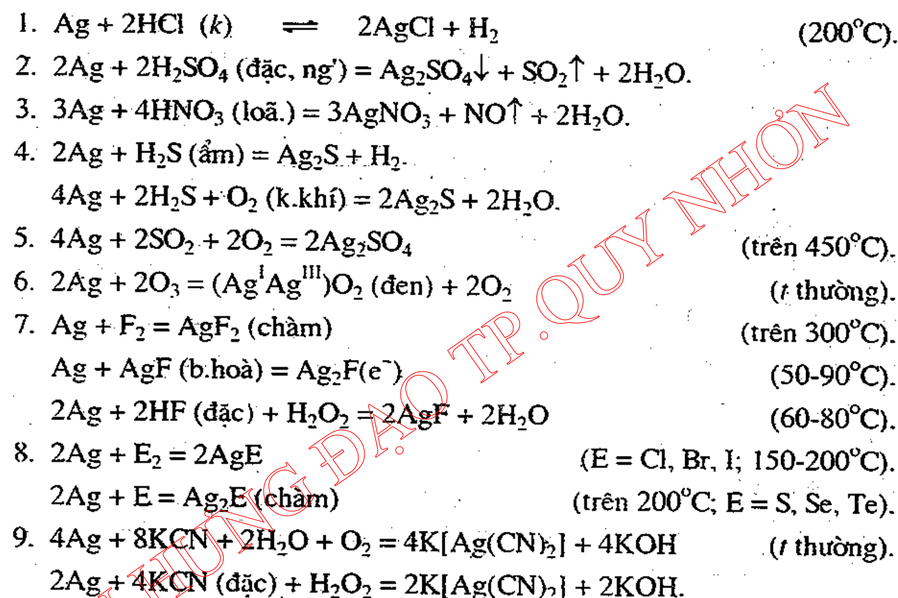
## BẠC

### 564. Ag – BẠC

Kim loại trắng, nặng, dẻo. Kém hoạt động (kim loại quý), không phản ứng với oxi, nước, axit clohiđric loãng, axit sunfuric loãng. Chất khử yếu, phản ứng với axit là chất oxi hoá. Tạo hỗn hống với thuỷ ngân. Trở nên đen khi có mặt $H_2S$ ẩm. Ở dạng tự sinh trong thiên nhiên. Điều chế, xem 566[1,15], 568[1,2,9-11], 571[2,3], 573[3], 574[1,5].

$M = 107{,}868$; $d = 10{,}494$; $t_{nc} = 961{,}93$°C; $t_s = 2170$°C.





1. $Ag + 2HCl$ (*k*) $\rightleftharpoons 2AgCl + H_2$ (200°C).

2. $2Ag + 2H_2SO_4$ (đặc, ng') $= Ag_2SO_4\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$.

3. $3Ag + 4HNO_3$ (loã.) $= 3AgNO_3 + NO\uparrow + 2H_2O$.

4. $2Ag + H_2S$ (ẩm) $= Ag_2S + H_2$.

$4Ag + 2H_2S + O_2$ (k.khí) $= 2Ag_2S + 2H_2O$.

5. $4Ag + 2SO_2 + 2O_2 = 2Ag_2SO_4$ (trên 450°C).

6. $2Ag + 2O_3 = (Ag^IAg^{III})O_2$ (đen) $+ 2O_2$ (*t* thường).

7. $Ag + F_2 = AgF_2$ (chậm) (trên 300°C).

$Ag + AgF$ (b.hoà) $= Ag_2F(e^-)$ (50-90°C).

$2Ag + 2HF$ (đặc) $+ H_2O_2 = 2AgF + 2H_2O$ (60-80°C).

8. $2Ag + E_2 = 2AgE$ (E = Cl, Br, I; 150-200°C).

$2Ag + E = Ag_2E$ (chậm) (trên 200°C; E = S, Se, Te).

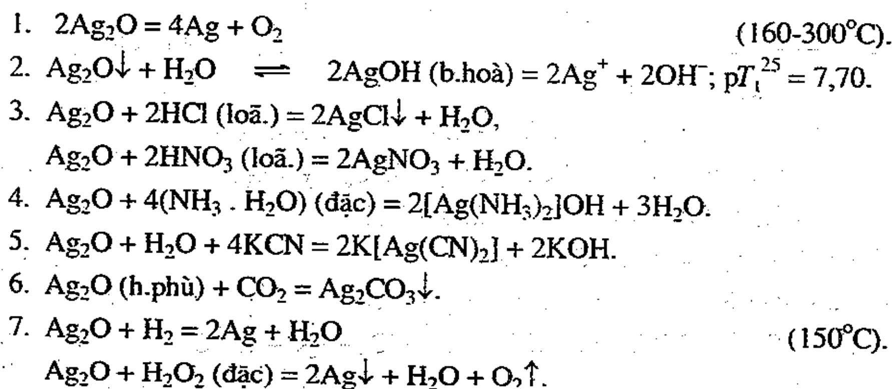
9. $4Ag + 8KCN + 2H_2O + O_2 = 4K[Ag(CN)_2] + 4KOH$ (*t* thường).

$2Ag + 4KCN$ (đặc) $+ H_2O_2 = 2K[Ag(CN)_2] + 2KOH$.

### 565. $Ag_2O$ – BẠC(I) OXIT

Nâu thẫm, phân huỷ khi đun nóng. Phản ứng với nước tạo nên dung dịch kiềm yếu. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit loãng, kiềm đặc, hiđrat amoniac. Tan được nhờ sự tạo phức. Huyền phù trong nước hấp thụ $CO_2$ trong không khí. Điều chế, xem 566[3], 570[6].

$M = 231{,}74$; $d = 7{,}14$.



1. $2Ag_2O = 4Ag + O_2$ (160-300°C).

2. $Ag_2O\downarrow + H_2O \rightleftharpoons 2AgOH$ (b.hoà) $= 2Ag^+ + 2OH^-$; $pT_t^{25} = 7{,}70$.

3. $Ag_2O + 2HCl$ (loã.) $= 2AgCl\downarrow + H_2O$,

$Ag_2O + 2HNO_3$ (loã.) $= 2AgNO_3 + H_2O$.

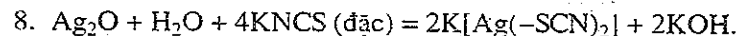
4. $Ag_2O + 4(NH_3 \cdot H_2O)$ (đặc) $= 2[Ag(NH_3)_2]OH + 3H_2O$.

5. $Ag_2O + H_2O + 4KCN = 2K[Ag(CN)_2] + 2KOH$.

6. $Ag_2O$ (h.phù) $+ CO_2 = Ag_2CO_3\downarrow$.

7. $Ag_2O + H_2 = 2Ag + H_2O$ (150°C).

$Ag_2O + H_2O_2$ (đặc) $= 2Ag\downarrow + H_2O + O_2\uparrow$.


8. $Ag_2O + H_2O + 4KNCS$ (đặc) $= 2K[Ag(-SCN)_2] + 2KOH$.

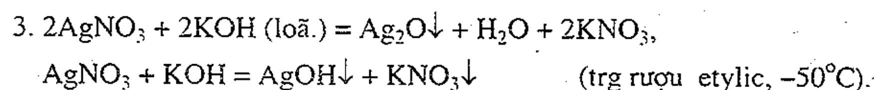
## 566. $AgNO_3$ – BẠC(I) NITRAT

Trắng, nóng chảy không phân huỷ, phân huỷ khi đun nóng mạnh hơn. Tan nhiều trong nước (không bị thuỷ phân). Không tạo nên tinh thể hiđrat. Tan nhiều trong rượu etylic, rượu metylic, ete, piriđin, axetonitryl. Tham gia các phản ứng trao đổi và tạo phức. Tạo nên "gương bạc" với anđehit trong dung dịch amoniac. Điều chế, xem $564^3$, $565^3$, $571^1$.

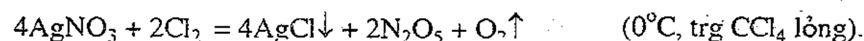
$M = 169,87$; $d = 4,35$; $t_{nc} = 209,7°C$; $k_t = 227,9^{(20)}$, $635,3^{(80)}$.

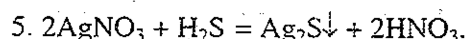

1. $2AgNO_3 = 2Ag + 2NO_2 + O_2$ (300-500°C).

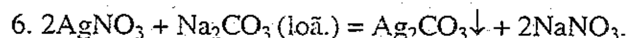

2. $AgNO_3$(loã.) $= Ag^+ + NO_3^-$ (pH 7).

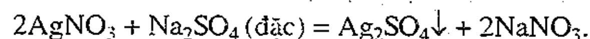

3. $2AgNO_3 + 2KOH$ (loã.) $= Ag_2O\downarrow + H_2O + 2KNO_3$,
$AgNO_3 + KOH = AgOH\downarrow + KNO_3\downarrow$ (trg rượu etylic, –50°C).

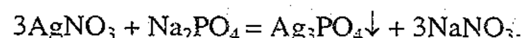

4. $AgNO_3 + KE$ (loã.) $= AgE\downarrow + KNO_3$ (E = Cl, Br, I).

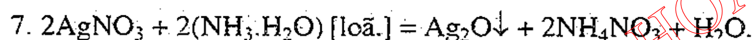

$4AgNO_3 + 2Cl_2 = 4AgCl\downarrow + 2N_2O_5 + O_2\uparrow$ (0°C, trg $CCl_4$ lỏng).

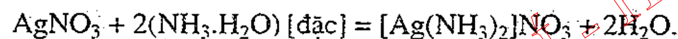

5. $2AgNO_3 + H_2S = Ag_2S\downarrow + 2HNO_3$.

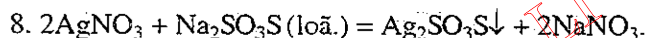

6. $2AgNO_3 + Na_2CO_3$ (loã.) $= Ag_2CO_3\downarrow + 2NaNO_3$.

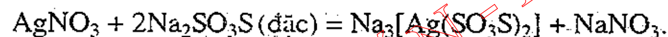

$2AgNO_3 + Na_2SO_4$ (đặc) $= Ag_2SO_4\downarrow + 2NaNO_3$.

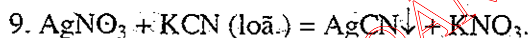

$3AgNO_3 + Na_2PO_4 = Ag_3PO_4\downarrow + 3NaNO_3$.

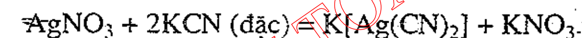

7. $2AgNO_3 + 2(NH_3.H_2O)$ [loã.] $= Ag_2O\downarrow + 2NH_4NO_3 + H_2O$.

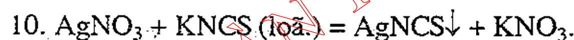

$AgNO_3 + 2(NH_3.H_2O)$ [đặc] $= [Ag(NH_3)_2]NO_3 + 2H_2O$.

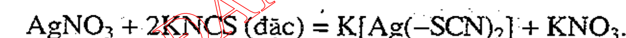

8. $2AgNO_3 + Na_2SO_3S$ (loã.) $= Ag_2SO_3S\downarrow + 2NaNO_3$.

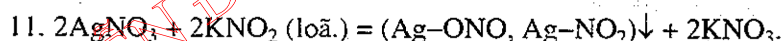

$AgNO_3 + 2Na_2SO_3S$ (đặc) $= Na_3[Ag(SO_3S)_2] + NaNO_3$.

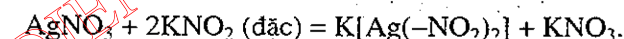

9. $AgNO_3 + KCN$ (loã.) $= AgCN\downarrow + KNO_3$.


$AgNO_3 + 2KCN$ (đặc) $= K[Ag(CN)_2] + KNO_3$.

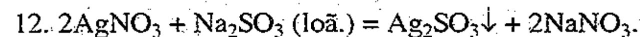

10. $AgNO_3 + KNCS$ (loã.) $= AgNCS\downarrow + KNO_3$.

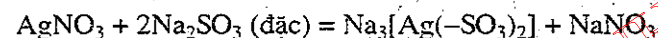

$AgNO_3 + 2KNCS$ (đặc) $= K[Ag(-SCN)_2] + KNO_3$.


11. $2AgNO_3 + 2KNO_2$ (loã.) $= (Ag{-}ONO, Ag{-}NO_2)\downarrow + 2KNO_3$.

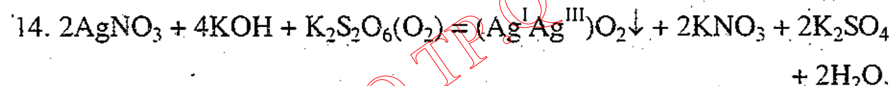

$AgNO_3 + 2KNO_2$ (đặc) $= K[Ag(-NO_2)_2] + KNO_3$.



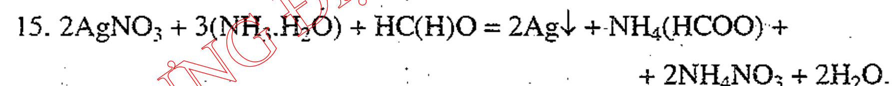

12. $2AgNO_3 + Na_2SO_3$ (loã.) $= Ag_2SO_3\downarrow + 2NaNO_3$.


$AgNO_3 + 2Na_2SO_3$ (đặc) $= Na_3[Ag(-SO_3)_2] + NaNO_3$.


13. $4AgNO_3$(ng'.)$+ 3H_2O + 3E = 2Ag_2E\downarrow + H_2EO_3 + 4HNO_3$ (E=Se, Te).


14. $2AgNO_3 + 4KOH + K_2S_2O_6(O_2) = (Ag^{I}Ag^{III})O_2\downarrow + 2KNO_3 + 2K_2SO_4 + 2H_2O$.


$2AgNO_3$ (đặc) $+ H_2O + 2O_3 = Ag_2O_3$ (?)$\downarrow + 2HNO_3 + 2O_2\uparrow$.


15. $2AgNO_3 + 3(NH_3.H_2O) + HC(H)O = 2Ag\downarrow + NH_4(HCOO) + 2NH_4NO_3 + 2H_2O$.

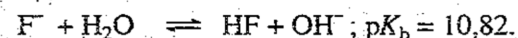
## 567. AgF – BẠC(I) FLORUA

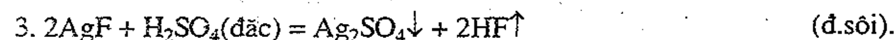
Trắng, nóng chảy không phân huỷ. Tan trong nước (bị thuỷ phân ở anion). Bị axit đặc phân huỷ. Tham gia phản ứng tạo phức. Tác nhân flo hoá. Điều chế, xem $564^7$.

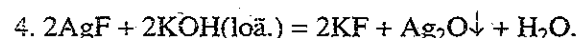
$M = 126,87$; $d = 5,85$; $t_{nc} = 435°C$; $k_t = 172^{(20)}, 216^{(50)}$.

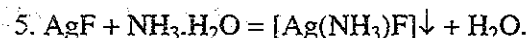

1. $AgF.2H_2O = AgF$(b.hoà) $+ 2H_2O$ (trên 30°C).

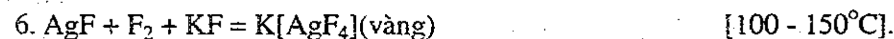

2. $AgF$(b.hoà) $= Ag^+ + F^-$,


$F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$; $pK_b = 10,82$.


3. $2AgF + H_2SO_4$(đặc) $= Ag_2SO_4\downarrow + 2HF\uparrow$ (đ.sôi).


4. $2AgF + 2KOH$(loã.) $= 2KF + Ag_2O\downarrow + H_2O$.


5. $AgF + NH_3.H_2O = [Ag(NH_3)F]\downarrow + H_2O$.


6. $AgF + F_2 + KF = K[AgF_4]$(vàng) [100 - 150°C].


$2AgF + F_2 + 4KF = 2K_2[AgF_4]$(nâu) [trên 200°C].

## 568. AgCl – BẠC(I) CLORUA

Khoáng vật cloracgirit. Trắng, dẻo, nóng chảy (thể chảy có màu nâu-vàng) và sôi không phân huỷ. Không tan trong nước, không tạo nên tinh

thể hiđrat. Không bị axit mạnh phân huỷ. Phản ứng với kiềm đặc, hiđrat amoniac. Tan được nhờ sự tạo phức. Điều chế, xem 564[8], 566[4].

$M = 143{,}32$; $d = 5{,}56$; $t_{nc} = 455°C$; $t_s = 1550°C$; $pT_t^{25} = 9{,}74$.

1. $2AgCl = 2Ag + Cl_2$ (t thường, dưới ánh sáng).
2. $4AgCl + 4KOH = 4KCl + 4Ag + O_2 + 2H_2O$ (trên 450°C).
3. $2AgCl + (NH_4)_2CO_3$(đặc,ng') $+ H_2O = 2[Ag(H_2O)(NH_3)]Cl + CO_2\uparrow$.
4. $AgCl + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$.
5. $AgCl + 2Na_2SO_3S$(đặc) $= Na_3[Ag(SO_3S)_2] + NaCl$.
6. $AgCl + 2KCN$(đặc) $= K[Ag(CN)_2] + KCl$,
   $2AgCl + 6KNCS$(đặc) $= K[Ag(—SCN)_2] + K_3[Ag(—SCN)_4] + 2KCN$
7. $2AgCl + 2F_2 = 2AgF_2 + Cl_2$ (t thường).
8. $2AgCl + Na_2S$(đặc) $= Ag_2S\downarrow + 2NaCl$.
9. $4AgCl + 2Na_2CO_3 = 4Ag + 4NaCl + 2CO_2 + O_2$ (850 - 900°C).
10. $4AgCl + 2BaO = 2BaCl_2 + 4Ag + O_2$ (trên 324°C).
11. $2AgCl + H_2O_2 + 2KOH$(loã.) $= 2KCl + 2Ag\downarrow + O_2\uparrow + 2H_2O$

**569. AgBr – BẠC(I) BROMUA**

Khoángvật bromacgirit. Vàng nhạt, nóng chảy không phân huỷ, không bền ở trạng thái lỏng. Không tan trong nước. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Bị axit đặc và kiềm phân huỷ. Tan được nhờ sự tạo phức. Điều chế, xem 564[8], 566[4], 572[6].

$M = 187{,}77$; $d = 6{,}47$; $t_{nc} = 432°C$; $pT_t^{25} = 12{,}30$.

1. $2AgBr(r) = 2Ag(r) + Br_2(l)$ (t thường, dưới ánh sáng).
   $2AgBr(r) = 2Ag(r) + Br_2(k)$ (700°C).
2. $2AgBr + H_2SO_4$(đặc) $= Ag_2SO_4\downarrow + 2HBr\uparrow$ (đ.sôi).
3. $AgBr + 2(NH_3.H_2O)$(đặc) $= [Ag(NH_3)_2]Br + 2H_2O$.
4. $AgBr + 2Na_2SO_3S$(đặc) $= Na_3[Ag(SO_3S)_2] + NaBr$.
5. $AgBr + 2KCN$(đặc) $= K[Ag(CN)_2] + Kbr$.



**570. AgI – Bạc(I) IOĐUA**

Khoáng vật iođacgirit. Vàng, nóng chảy không phân huỷ. Không tan nhiều trong nước, tan nhiều trong amoniac lỏng. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit loãng, kiềm. Bị axit sunfuric đặc, axit nitric đặc phân huỷ. Tan được nhờ sự tạo phức. Điều chế, xem 564[8], 566[4], 573[3].

$M = 234{,}77$; $d = 5{,}67$; $t_{nc} = 554°C$ (phân huỷ); $pT_t^{25} = 15{,}64$.

1. $2AgI(r) = 2Ag(r) + I_2(r)$ (t thường, dưới ánh sáng).
   $2AgI(l) = 2Ag(r) + I_2(k)$ (trên 554°C).
2. $AgI + nNH_3(l) = [Ag(NH_3)_n]I$ (-40°C, $n > 3$).
3. $AgI + 2Na_2SO_3S$ (đặc) $= Na_3[Ag(SO_3S)_2] + NaI$.
4. $AgI + 2KCN$ (đặc) $= K[Ag(CN_2)] + KI$.
5. $AgI + (n - 1)KI$ (đặc) $= K_{n-1}[AgI_n]$ ($n = 2 \div 4$).
6. $2AgI + KOH = Ag_2O + KI + HI$ (trên 150°C).

**571. AgS – Bạc(I) SUNFUA**

Khoáng vật acgentit. Đen-xám, nóng chảy không phân huỷ. Tan ít trong các muối của bạc (I). Không phản ứng với axit nguội. Bị axit đặc và kiềm phân huỷ khi đun nóng. Tan được nhờ sự tạo phức. Điều chế, xem 564[5,8], 566[5], 568[8], 574[4].

$M = 247{,}80$; $d = 7{,}23$; $t_{nc} = 845°C$; $pT_t^{25} = 49{,}14$.

1. $Ag_2S + 10HNO_3$ (đặc, ng') $= 2AgNO_3 + H_2SO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$.
2. $Ag_2S + O_2 = 2Ag + SO_2$. (500 - 600°C).
3. $Ag_2S + 2H^0$(Al, NaOH đặc) $+ OH^- = 2Ag\downarrow + H_2O + HS^-$.
4. $Ag_2S(r) + 4KCN$ (đặc) $\longrightarrow 2K[Ag(CN)_2] + K_2S$.
   $2Ag_2S + 8KCN$(đặc) $+ 2O_2 + H_2O = 4K[Ag(CN)_2] + K_2SO_3S + 2KOH$.

**572. AgNCS – BẠC(I) THIOXIANAT**

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước, không tạo nên tinh thể hiđrat. Bị axit đặc, kiềm đặc phân huỷ. Tan được nhờ sự tạo phức. Điều chế, xem 566[10].

$M = 165{,}95$; $pT_t^{25} = 11{,}80$

1. $2AgNCS = 2Ag + N_2 + 2C$ (t.chì) $+ 2S$ (trên 170°C)
2. $2AgNCS + 3H_2SO_4$ (đặc) $+ 2H_2O = 2CSO + 2NH_4HSO_4 + Ag_2SO_4\downarrow$
3. $2AgNCS(r) + 2KOH$(đặc)$\rightleftharpoons 2KNCS + Ag_2O\downarrow + H_2O$.
4. $AgNCS + 2(NH_3.H_2O)$ (đặc) $= [Ag(NH_3)_2]NCS + 2H_2O$.
5. $2AgNCS + 4KNCS$ (đặc) $= K[Ag(\text{-}SCN)_2] + K_3[Ag(\text{-}SCN)_4]$.
6. $2AgNCS + Br_2$(ngu.) $= 2AgBr\downarrow + (\text{-}SCN)_2$. (trg $CS_2$lỏng).

### 573. $[Ag(NH_3)_2]OH$ – ĐIAMMIN BẠC(I) HIĐROXIT

Không tách được ở dạng tự do. Không màu trong dung dịch, bền trong hiđrat amoniac. Trung hoà và bị phân huỷ bởi axit. Tạo nên "gương bạc" với anđehit. Điều chế, xem 565[4].

$M = 158{,}94$.

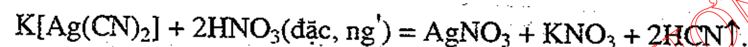
1. $[Ag(NH_3)_2]OH$ (loã.) $= [Ag(NH_3)_2]^+ + OH^-$.
   $[Ag(NH_3)_2]^+ + 2H_2O \rightleftharpoons [Ag(H_2O)(NH_3)]^+ + NH_3.H_2O; pK_{kbể} = 3{,}84$.
2. $[Ag(NH_3)_2]OH + 3HCl$(loã.) $= AgCl\downarrow + 2NH_4Cl + H_2O$.
   $[Ag(NH_3)_2]OH + 3HNO_3$(loã.) $= AgNO_3 + 2NH_4NO_3 + H_2O$.
3. $[Ag(NH_3)_2]OH + KI$(loã.) $+ 2H_2O = AgI\downarrow + KOH + 2(NH_3.H_2O)$.
4. $3[Ag(NH_3)_2]OH$ (đặc) $+ 2H_2O \xrightarrow{\tau} Ag_3N\downarrow + 5(NH_3.H_2O)$.
5. $2[Ag(NH_3)_2]OH + HC(H)O + 2H_2O = 2Ag\downarrow + NH_4(HCOO) + 3(NH_3.H_2O)$.

### 574. $K[Ag(CN)_2]$ – KALI ĐIXIANOACGENTAT(I)

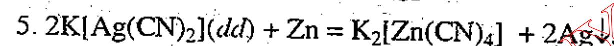
Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit sunfuric, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit sunfuric đặc, axit nitric đặc phân huỷ; phản ứng với sunfua kim loại kiềm. Bị kẽm khử. Điều chế, xem 564[9], 568[6].

$M = 199{,}00$; $d = 2{,}36$; $k_t = 25^{(20)}, 100^{(80)}$.

1. $2K[Ag(CN)_2] = 2KCN + 2Ag + C_2N_2$. (250 - 420°C).
2. $K[Ag(CN)_2]$(loã.) $+ 6H_2O = [K(H_2O)_6]^+ + [Ag(CN)_2]^-$.
3. $2K[Ag(CN)_2] + 2H_2SO_4$(đặc, ng') $= Ag_2SO_4\downarrow + K_2SO_4 + 4HCN\uparrow$.


$K[Ag(CN)_2] + 2HNO_3$(đặc, ng') $= AgNO_3 + KNO_3 + 2HCN\uparrow$.


4. $2K[Ag(CN)_2] + K_2S$(đặc) $= Ag_2S\downarrow + 4KCN$.


5. $2K[Ag(CN)_2](dd) + Zn = K_2[Zn(CN)_4] + 2Ag\downarrow$.

## VÀNG

### 575. Au - VÀNG

Kim loại màu vàng, mềm hơn đồng và bạc, dẻo, nặng, khó nóng chảy. Bền trong không khí khô và ẩm. Trong những điều kiện đặc biệt tạo nên dung dịch keo vàng. Kim loại quý: không phản ứng với nước, axit, axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, kiềm, hiđrat amoniac, oxi, nitơ, cacbon, lưu huỳnh. Không tạo nên những cation đơn giản trong dung dịch. Tan được trong cường thuỷ, hỗn hợp của halogen và axit halogenhiđric, xianua kim loại kiềm khi có mặt oxi. Khi đun nóng phản ứng với halogen và axit selenic khi đun nóng. Bị natri nitrat nóng chảy và kripton điflorua oxi hoá. Tạo hỗn hống với thuỷ ngân. Trong thiên nhiên ở dạng tự sinh. Điều chế, xem 576[1,5], 579[5], 580[6,70].

$M = 196{,}967$; $d = 19{,}29$; $t_{nc} = 1064{,}43°C$; $t_s = 2947°C$;

1. $Au + HNO_3$(đặc) $+ 4HCl$(đặc) $= H[AuCl_4] + NO\uparrow + 2H_2O$.
2. $2Au + 6H_2SeO_4(l) = Au_2(SeO_4)_3 + 3SeO_2 + 6H_2O$ (200°C).
3. $2Au + 3Fe_2 = 2AuF_3$ (300 - 400°C).
4. $2Au + 3Cl_2 = 2AuCl_3$ (đến 150°C).
   $2Au + Cl_2 = 2AuCl$ (150 - 250°C).
5. $2Au + 2Br_2(l) = AuBr_3 + AuBr$ (20 - 35°C).
6. $2Au + I_2 = 2AuI$ (120 - 393°C, $p$).
7. $2Au + 3Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow 2H[AuCl_3(OH)]$.
8. $2Au + 3E_2 + 2HE$(đặc) $= 2H[AuE_4]$ (E = Cl, Br, I).
9. $4Au + 8MCN$(đặc) $+ O_2 + H_2O = 4M[Au(CN)_2] + 4MOH$ (M = Na, K).
10. $Au + K[Ag(CN)_2] = K[Au(CN)_2] + Ag\downarrow$.
11. $Au + NaNO_3 = NaAuO_2 + NO$ (350 - 400°C).
12. $2Au + 5KrF_2 = 2AuF_5 + 5Kr$ ($t$ thường, t.chất $(KrF^+)[AuF_6]$).

## 576. $Au_2O_3$ - VÀNG (III) OXIT

Đen - nâu, không bền nhiệt, phân huỷ khi đun nóng. Không phản ứng với nước. Kết tủa hiđrat $Au_2O_3.nH_2O$ từ dung dịch ($n \approx 2 \div 3$). Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm, đặc. Bị hiđro, cacbon monooxit khử. Điều chế, xem 578[5], 580[4].

$M = 441,93$; $d = 10,61$; $pT_t^{25} = 45,07$;

1. $2Au_2O_3 = 4Au + 3O_2$ (160 - 290°C).
2. $Au_2O_3.nH_2O = 2AuO(OH) + (n-1)H_2O$ (60-80°C, c.không, trên $P_4O_{10}$).
   $Au_2O_3.nH_2O = Au_2O_3 + nH_2O$ (100 - 120°C).
3. $Au_2O_3 + 8HCl$(đặc) $= 2H[AuCl_4] + 3H_2O$.
4. $Au_2O_3 + 2NaOH$(đặc, ng') $+ 3H_2O = 2Na[Au(OH)_4]$.
5. $Au_2O_3 + 3H_2 = 2Au + 3H_2O$. (trên 260°C).
   $Au_2O_3 + 3CO = 2Au + 3CO_2$. (100°C).

## 577. AuCl – VÀNG(I) CLORUA

Vàng nhạt, không bền nhiệt, nóng chảy phân huỷ. Không tan trong nước, không tạo nên tinh thể hiđrat. Bị nước nóng phân huỷ, phản ứng với axit, kiềm, hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 575[4], 578[1], 580[1].

$M = 232,42$; $d = 7,4$; $t_{nc} = 289°C$ (phân huỷ); $pT^{25} = 11,75$.

1. $2AuCl = 2Au + Cl_2$ (trên 289°C).
2. $3AuCl + H_2O$(ng') $= H[AuCl_3(OH)] + 2Au\downarrow$.
3. $AuCl + MCl$(đặc) $= M[AuCl_2]$ (M = H, Na, K).
4. $2AuCl + 3NaOH$(đặc, ng') $= Na[Au(OH)_2]? + AuOH$(sol, chàm) $+ NaCl$.
5. $AuCl + 2(NH_3.H_2O)$(đặc) $= [Au(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$.

## 578. $AuCl_3$ – VÀNG(III) CLORUA

Đỏ thẫm, bay hơi ($Au_2Cl_6$), phân huỷ khi đun nóng, chỉ nóng chảy dưới áp suất dư $Cl_2$. Tan và biến đổi thành phần trong nước. Phản ứng với axit, kiềm,. Thường được lấy ở dạng $H[AuCl_4]$ đối với những phản ứng ở trong dung dịch nước. Chất oxi hoá. Điều chế, xem 575[4], 580[2].

$M = 303,33$; $d = 4,67$; $t_{nc} = 288°C$ (p); $k_t = 68^{(18.25)}$.



1. $AuCl_3 = AuCl + Cl_2$ (150-185°C).
2. $AuCl_3.2H_2O = AuCl_3 + 2H_2O$ (trên 30°C).
3. $AuCl_3 + 2H_2O = [AuCl_3(OH)]^- + H_3O^+$.
4. $AuCl_3 + HCl$(đặc) $= H[AuCl_4]$
5. $2AuCl_3 + 6NaOH$(loã.) $= Au_2O_3\downarrow + 6NaCl + 3H_2O$.
6. $2AuCl_3 + 3F_2 \xrightarrow{\tau} 2AuF_3 + 3Cl_2$. (200°C).
7. $2AuCl_3 + 3H_2S(k) = Au_2S_3\downarrow + 6HCl$. (trg ete).
8. $2AuCl_3 + 3H_2O_2$(đặc) $= 2Au$(*dd* keo) $+ 3O_2\uparrow + 6HCl$.
9. $AuCl_3 + 3FeSO_4 = Au + Fe_2(SO_4)_3 + FeCl_3$. (200°C).
10. $AuCl_3 + 4Na_2SO_3S$(đặc) $= Na_3[Au(SO_3S)_2] + 3NaCl + Na_2S_4O_6$.

## 579. $K[Au(CN)_2]$ – KALI ĐIXIANOORAT (I)

Trắng, bền trong không khí và dưới ánh sáng. Tan nhiều trong nước, không tạo nên tinh thể hiđrat. Khi lạnh không phản ứng với axit, kiềm, hiđrat amoniac. Khi đun nóng bị axit phân huỷ, phản ứng với đihiđro sunfua. Bị kẽm khử, bị halogen oxi hoá. Điều chế, xem 575[9,10].

$M = 288,10$; $d = 4,46$; $k_t = 14^{(18-20)}, 200^{(80)}$.

1. $2K[Au(CN)_2] = 2KCN + 2Au + C_2N_2$ (250 - 400°C).
2. $K[Au(CN)_2] + 6H_2O = [K(H_2O)_6]^+ + [Au(CN)_2]^-$.
3. $K[Au(CN)_2] + HCl$(đặc) $= AuCN\downarrow$(vàng) $+ HCN + KCl$ (50°C).
4. $2K[Au(CN)_2]$(đặc) $+ H_2S(k) + 2HCl$(loã.) $= Au_2S\downarrow + 2KCl + 4HCN$.
5. $2K[Au(CN)_2] + Zn = K_2[Zn(CN)_4] + 2Au\downarrow$.

## 580. $H[AuCl_4]$ – HIĐRO TETRACLORAURIC (III)

Trắng nhạt, hút ẩm. Tan nhiều trong lượng ít nước, trong axit clohiđric đặc. Thành phần biến đổi trong dung dịch loãng. Bị kiềm phân huỷ. Phản ứng với hiđrat amoniac, chất khử điển hình. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem 575[1,8], 576[3], 578[4].

$M = 339,79$; $d = 3,90$; 244 (t.thể); $t_{nc}$(t.thể) = 196°C (*p*).

2. $H[AuCl_4].4H_2O = H[AuCl_4] + 4H_2O$ (100°C, trg luồng $Cl_2$).
   $H[AuCl_4].4H_2O = AuCl_3 + HCl + 4H_2O$ (120°C, trg luồng $SCl_2O$).

3. $H[AuCl_4]$(đặc) + $H_2O$ = $H[AuCl_3(OH)]$ + HCl (70 - 80°C).

5. $H[AuCl_4] + 5NH_3.H_2O$(đặc) = $Au(NH_2)_2Cl\downarrow + 3NH_4Cl + 5H_2O$.

6. $2H[AuCl_4] + 3H_2S(k) = 2Au\downarrow + 3S\downarrow + 8HCl$ (đ.sôi).

7. $H[AuCl_4] + CsCl = Cs[AuCl_4] + HCl$.

8. $H[AuCl_4] + 3KI = AuI\downarrow + I_2\downarrow + HCl + 3KCl$ (*t* thường).

9. $H[AuCl_4] + SO_2 + 2H_2O = H[AuCl_2] + H_2SO_4 + 2HCl$ (0°C).

10. $2H[AuCl_4] + 3H[SnCl_3]$ + HCl(đặc) = $2Au\downarrow + 3H_2[SnCl_6]$.

11. $4H[AuCl_4]$(ng') + $3N_2H_5Cl$(đặc) = 4Au(*dd*.keo) + $3N_2\uparrow$ + 19HCl (đ.sôi).

$2H[AuCl_4]$ + 11KOH + 3HC(H)O = 2Au (*dd*.keo) + 3K(HCOO) + 8KCl + $8H_2O$.

12. $H[AuCl_4]$ + 4MCN(đặc) = $M[Au(CN)_4]$ + 3MCl + HCl (M = H ,K).



## Chương 2 CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM IIB

### KẼM

### 581. Zn – KẼM

Kim loại trắng với sắc lam, mềm, giòn (vì có tạp chất). Ở trong không khí bị phủ màng hiđroxit-cacbonat bền. Thụ động hoá trong nước. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm. Chất khử mạnh: phản ứng với oxi, halogen, cancogen, nitrat kim loại trong môi trường kiềm. Điều chế, xem $582^{10}$, $584^{12}$, $586^{6}$.

$M = 65,39$; $d = 7,133$; $t_{nc} = 419,5°C$; $t_s = 906,2°C$.

1. Zn + $H_2O$(hơi) = ZnO + $H_2$ (600 - 800°C).

2. Zn + 2HCl(loãng) = $ZnCl_2 + H_2\uparrow$.

3. Zn + $H_2SO_4$(loã.) = $ZnSO_4 + H_2\uparrow$.

$4Zn + 5H_2SO_4$(đặc) = $4ZnSO_4 + H_2S\uparrow + 4H_2O$ (t.chất S, $SO_2$).

4. Zn + $4HNO_3$(đặc, ng') = $Zn(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$.

$4Zn + 10HNO_3$(loã., ng') = $4Zn(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + 5H_2O$.

$4Zn + 10HNO_3$(rất loã., ng') = $4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$.

5. Zn + $H_3PO_4$(đặc, ng') = $ZnHPO_4\downarrow + H_2\uparrow$.

6. Zn + 2NaOH(đặc) + $2H_2O$ = $Na_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow$.

Zn + $4(NH_3.H_2O)$[đặc] = $[Zn(NH_3)_4](OH)_2 + H_2\uparrow + 2H_2O$.

2Zn + $8NH_3.H_2O$(đặc) + $O_2$ = $2[Zn(NH_3)_4](OH)_2 + 6H_2O$.

7. Zn + $4NH_4Cl$(đặc, ng') = $[Zn(NH_3)_4]Cl_2 + 2HCl\uparrow + H_2\uparrow$.

Zn + 2HCl(đặc) + $2NH_4Cl(r)$ = $(NH_4)_2[ZnCl_4] + H_2\uparrow$.

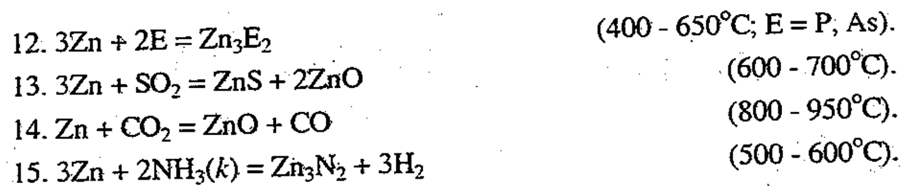
8. $2Zn + 2H_2O + O_2 \xrightarrow{\tau} 2Zn(OH)_2\downarrow$ (*t* thường).

$2Zn + H_2O + O_2 + CO_2 \xrightarrow{\tau} Zn_2CO_3(OH)_2\downarrow$ (*t* thường).

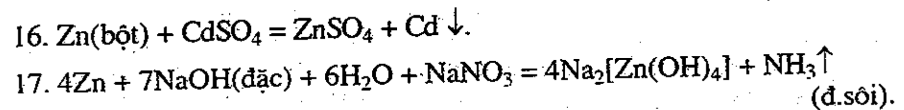
9. $2Zn + O_2 = 2ZnO$ (trên 225°C, cháy trg k.khí).

10. $Zn + E_2 = ZnE_2$ (trên 60°C, E = F; 60°C, trg nước E = Cl, Br, I).

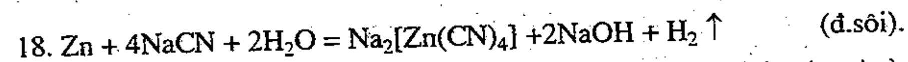
11. Zn + E = ZnE (trên 30°C, E = S; 800 - 900°C, c.không; E = Se, Te).



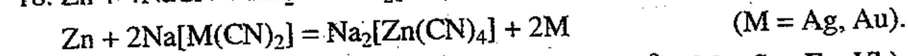
12. $3Zn + 2E = Zn_3E_2$ (400 - 650°C; E = P, As).
13. $3Zn + SO_2 = ZnS + 2ZnO$ (600 - 700°C).
14. $Zn + CO_2 = ZnO + CO$ (800 - 950°C).
15. $3Zn + 2NH_3(k) = Zn_3N_2 + 3H_2$ (500 - 600°C).



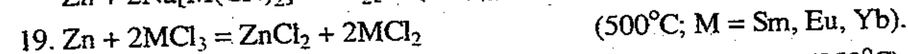
16. $Zn(bột) + CdSO_4 = ZnSO_4 + Cd\downarrow$.
17. $4Zn + 7NaOH(đặc) + 6H_2O + NaNO_3 = 4Na_2[Zn(OH)_4] + NH_3\uparrow$ (đ.sôi).



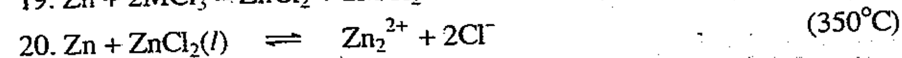
18. $Zn + 4NaCN + 2H_2O = Na_2[Zn(CN)_4] + 2NaOH + H_2\uparrow$ (đ.sôi).



$Zn + 2Na[M(CN)_2] = Na_2[Zn(CN)_4] + 2M$ (M = Ag, Au).



19. $Zn + 2MCl_3 = ZnCl_2 + 2MCl_2$ (500°C; M = Sm, Eu, Yb).

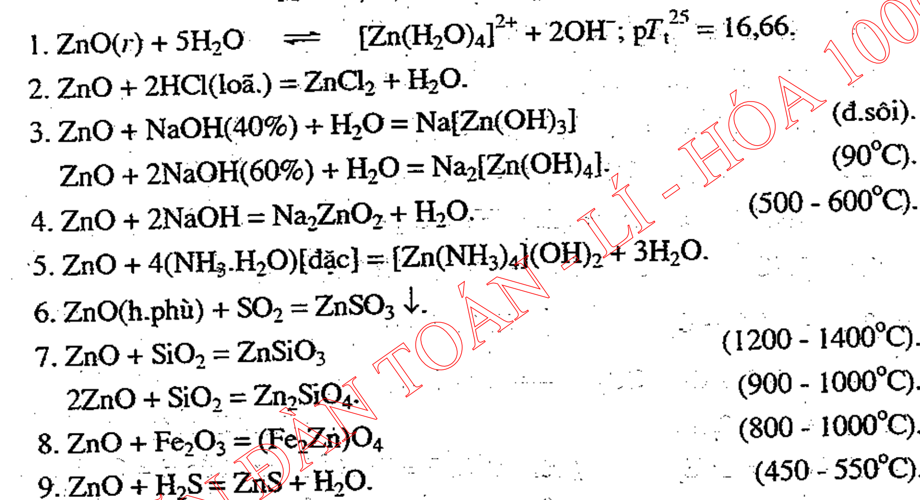


20. $Zn + ZnCl_2(l) \rightleftharpoons Zn_2^{2+} + 2Cl^-$ (350°C)

**582. ZnO – KẼM OXIT**

Khoáng vật zinkit. Trắng (đôi khi với sắc vàng nhạt). Bền nhiệt, thăng hoa và phân huỷ khi nung mạnh, chỉ nóng chảy dưới áp suất dư của $O_2$. Không phản ứng với nước, không bị hiđro khử. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm, oxit axit, oxit bazơ. Bị than cốc khử. Điều chế, xem 581[1,9,14], 583[1], 584[1], 586[5].

$M = 81,39$; $d = 5,606$; $t_{nc} = 1975°C$ ($p$).

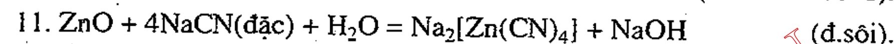


1. $ZnO(r) + 5H_2O \rightleftharpoons [Zn(H_2O)_4]^{2+} + 2OH^-$; $pT_t^{25} = 16,66$.
2. $ZnO + 2HCl(loãng) = ZnCl_2 + H_2O$.
3. $ZnO + NaOH(40\%) + H_2O = Na[Zn(OH)_3]$ (đ.sôi).
   $ZnO + 2NaOH(60\%) + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4]$ (90°C).
4. $ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$ (500 - 600°C).
5. $ZnO + 4(NH_3.H_2O)[đặc] = [Zn(NH_3)_4](OH)_2 + 3H_2O$.
6. $ZnO(h.phù) + SO_2 = ZnSO_3\downarrow$.
7. $ZnO + SiO_2 = ZnSiO_3$ (1200 - 1400°C).
   $2ZnO + SiO_2 = Zn_2SiO_4$ (900 - 1000°C).
8. $ZnO + Fe_2O_3 = (Fe_2Zn)O_4$ (800 - 1000°C).
9. $ZnO + H_2S = ZnS + H_2O$ (450 - 550°C).

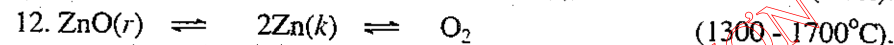




10. $ZnO + C(cốc) = Zn + CO$ (1100 - 1200°C).



11. $ZnO + 4NaCN(đặc) + H_2O = Na_2[Zn(CN)_4] + NaOH$ (đ.sôi).



12. $ZnO(r) \rightleftharpoons 2Zn(k) \rightleftharpoons O_2$ (1300 - 1700°C).

**583. $Zn(OH)_2$ – KẼM (II) HIĐROXIT**

Trắng, dạng vô định hình và dạng tinh thể. Thực tế không tan trong nước. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm. Hấp thụ $CO_2$ trong không khí. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 581[8], 584[5,6], 585[3-5].

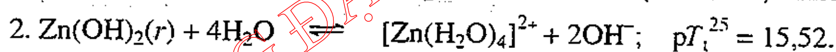
$M = 99,40$; $d = 3,03$.



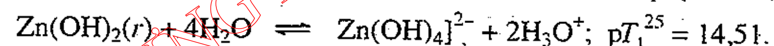
1. $Zn(OH)_2 = ZnO + H_2O$ (100 - 250°C).



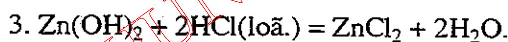
$Zn(OH)_2.nH_2O = Zn(OH)_2 + nH_2O$ (40 - 50°C, c.không).



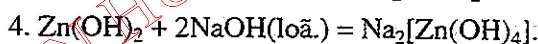
2. $Zn(OH)_2(r) + 4H_2O \rightleftharpoons [Zn(H_2O)_4]^{2+} + 2OH^-$; $pT_t^{25} = 15,52$.



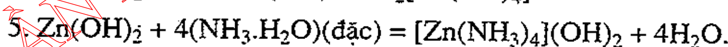
$Zn(OH)_2(r) + 4H_2O \rightleftharpoons Zn(OH)_4^{2-} + 2H_3O^+$; $pT_t^{25} = 14,51$.



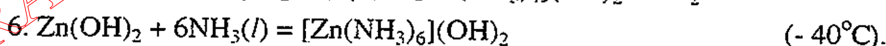
3. $Zn(OH)_2 + 2HCl(loãng) = ZnCl_2 + 2H_2O$.



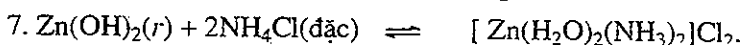
4. $Zn(OH)_2 + 2NaOH(loãng) = Na_2[Zn(OH)_4]$.



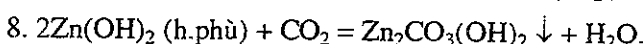
5. $Zn(OH)_2 + 4(NH_3.H_2O)(đặc) = [Zn(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$.



6. $Zn(OH)_2 + 6NH_3(l) = [Zn(NH_3)_6](OH)_2$ (- 40°C).



7. $Zn(OH)_2(r) + 2NH_4Cl(đặc) \rightleftharpoons [Zn(H_2O)_2(NH_3)_2]Cl_2$.



8. $2Zn(OH)_2$ (h.phù) $+ CO_2 = Zn_2CO_3(OH)_2\downarrow + H_2O$.

**584. $ZnSO_4$ – KẼM (II) SUNFAT**

Khoáng vật zincozit, gotlarit (hiđrat). Trắng, phân huỷ khi đun nóng mạnh. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Phản ứng với axit sunfuric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem 581[3], 586[2,4].

$M = 161,45$; $d = 3,74$; $k_t = 54,1^{(20)}$; $67,2^{(80)}$.



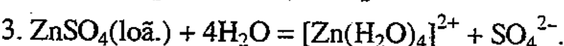
1. $2ZnSO_4 = Zn_2(SO_4)O + SO_3$ (500 - 600°C),



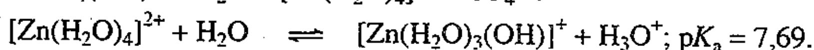
$2ZnSO_4 = ZnO + 2SO_2 + O_2$ (750 - 1000°C).



2. $ZnSO_4.7H_2O = ZnSO_4 + 7H_2O$ (250 - 280°C).



3. $ZnSO_4(loãng) + 4H_2O = [Zn(H_2O)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$.



$[Zn(H_2O)_4]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [Zn(H_2O)_3(OH)]^+ + H_3O^+$; $pK_a = 7,69$.

4. $ZnSO_4 + H_2SO_4$( đặc, ngu.) = $Zn(HSO_4)_2$.

5. $ZnSO_4 + 2NaOH$(loã.) = $Zn(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_2$.

$ZnSO_4 + 4NaOH$(đặc) = $Na_2[Zn(OH)_4] + Na_2SO_4$.

6. $ZnSO_4 + 2(NH_3.H_2O)$[loã.] = $[Zn(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$.

$ZnSO_4 + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] = $[ZnNH_3)_4]SO_4 + 4H_2O$.

7. $2ZnSO_4 + H_2O + 2Na_2CO_3 = Zn_2CO_3(OH)_2 \downarrow + 2Na_2SO_4 + CO_2 \uparrow$.

$ZnSO_4(dd) + 2KHCO_3 = ZnCO_3\downarrow + K_2SO_4 + H_2O + CO_2$

(đến 10°, trg khí quyển $CO_2$).

8. $ZnSO_4 + H_2E + 2Na(CH_3COO) = ZnE \downarrow + 2CH_3COOH + Na_2SO_4$

$ZnSO_4 + H_2E = ZnE$(*dd* keo) + $H_2SO_4$. (50 - 60°C; E = S, Se).

9. $ZnSO_4 + Na_2S = Na_2SO_4 + ZnS \downarrow$.

$ZnSO_4 + BaS = BaSO_4 \downarrow + ZnS \downarrow$.

10. $3ZnSO_4 + 2H_3PO_4$(đặc) = $Zn_3(PO_4)_2 \downarrow + 3H_2SO_4\downarrow$. (đ.sôi).

11. $ZnSO_4 + 2KCN$(loã.) = $Zn(CN)_2 \downarrow + K_2SO_4\downarrow$.

$ZnSO_4 + 4KCN$(đặc) = $K_2[Zn(CN)_4] + K_2SO_4$.

12. $2ZnSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Zn\downarrow$(catôt) + $O_2 \uparrow$(anôt) + $2H_2SO_4$.

### 585. $ZnCl_2$ – KẼM (II) CLORUA

Trắng, rất hút ẩm, bay hơi, nóng chảy và sôi không phân huỷ. Tan nhiều trong nước (thuỷ phân ở cation). Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 581[2,10], 582[2], 586[1].

$M$ = 136,30; $d$ = 2,907; $t_{nc}$ = 293°C; $t_s$ = 733°C; $k_t = 367^{(20)}; 549^{(80)}$.

1. $ZnCl_2.1,5H_2O \xrightarrow{\tau} ZnCl_2 + 1,5H_2O$ (25-30°C, c.không).

2. $ZnCl_2$(đặc) + $4H_2O = [Zn(H_2O)_4]^{2+} + 2Cl^-$ (pH<7, xem 584[3]).

3. $ZnCl_2$(đặc) + $2H_2O = [Zn(H_2O)_2Cl_2]$.

$[Zn(H_2O)_2Cl_2]$(đặc) $\rightleftharpoons [ZnCl_2(OH)]^- + H_3O^+$.

4. $ZnCl_2 + 2NaOH$(loã.) = $[Zn(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$.

$ZnCl_2 + 4NaOH$(đặc) = $Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaCl$.

5. $ZnCl_2 + 2(NH_3.H_2O)$[loã.] = $Zn(OH)_2 \downarrow + 2NH_4Cl$.

$ZnCl_2 + 4(NH_3.H_2O$[đặc] = $[Zn(NH_3)_4]Cl_2 + 4H_2O$.

6. $ZnCl_2 + 6NH_3(l) = [Zn(NH_3)_6]Cl_2$ (- 40°C).

7. $3ZnCl_2 + 4Na_2HPO_4 = Zn_3(PO_4)_2 \downarrow + 6NaCl + 2NaH_2PO_4$.

8. $ZnCl_2(l) + 2MCl = M_2[ZnCl_4]$ (M = Na, K).

$ZnCl_2 + MCl$(đặc) + $H_2O = M[Zn(H_2O)Cl_3]$.

9. $ZnCl_2(dd) \xrightarrow{\text{điện phân}} Zn \downarrow$(catôt) + $Cl_2 \uparrow$(anôt).

10. $ZnCl_2(l) + Zn \rightleftharpoons Zn_2^{2+} + 2Cl^-$. (350°C).

### 586. ZnS – KẼM (II) SUNFUA

Trắng, dạng vô định hình (kết tủa từ dung dịch) hoặc tinh thể: dạng α lập phương (khoáng vật sphalerit) và dạng β lục phương (khoáng vật vuaxit). Nhạy cảm với tia tử ngoại. Dạng vô định hình có khả năng phản ứng hơn. Pepti hoá (biến thành dung dịch keo) khi chế hoá lâu với dung dịch đihiđro sunfua. Phản ứng với axit mạnh, ở trạng thái ẩm bị oxi không khí oxi hoá chậm. Điều chế, xem 581[11], 582[9], 584[8].

$M$ = 97,46; $d$ = 4,14(α), 3,98(β), 2,9 - 3,1(v.đ.h);

$t_{nc}$ = 1650 ÷ 1775°C ($p$); $t$ (α→β) > 980°C

$t_{th}$ > 1185°C; $pT_1^{25}$ = 24,92(α); 23,10(β).

1. $ZnS + 2HCl$(đặc) = $ZnCl_2 + H_2S \uparrow$.

2. $ZnS + 4H_2SO_4$(đặc, ng') = $ZnSO_4 + 4SO_2\uparrow + 4H_2O$ (t.chất S).

3. $ZnS + 8HNO_3$(đặc) = $ZnSO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$ (đ.sôi).

4. $ZnS$ (ẩm) + $2O_2 \xrightarrow{\tau} ZnSO_4$.

5. $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$ (800 - 1000°C).

6. $ZnS + 2ZnO = 3Zn + SO_2$ (850 - 880°C, trg luồng $N_2$).

### 587. $Na_2[Zn(OH)_4]$ – NATRI TETRAHIĐROXOZINCAT (II)

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Chỉ tạo nên ở trong dung dịch có môi trường kiềm mạnh, bền trong dung dịch 15% rượu metylic của natri hiđroxit. Bị phân huỷ bởi nước khi pha loãng, bởi axit, $CO_2$. Điều chế, xem 582[3], 583[4], 585[4].

$M$ = 197,40.

1. $Na_2[Zn(OH)_4] = ZnO + 2NaOH + H_2O$ (trên 100°C).
2. $Na_2[Zn(OH)_4].2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + 2H_2O$ (đến 87°C, c.không).
3. $Na_2[Zn(OH)_4](dd) = 2NaOH + Zn(OH)_2\downarrow$ (pha loã. bằng nước).
4. $Na_2[Zn(OH)_4] + 2HCl$(loã.) $= 2NaCl + Zn(OH)_2\downarrow + 2H_2O$.
   $Na_2[Zn(OH)_4] + 4HCl$(đặc) $= 2NaCl + ZnCl_2 + 4H_2O$.
5. $Na_2[Zn(OH)_4] + CO_2 = Na_2CO_3 + Zn(OH)_2\downarrow + H_2O$.

## CATMI

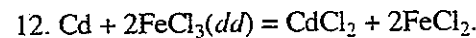
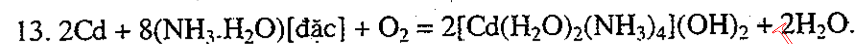
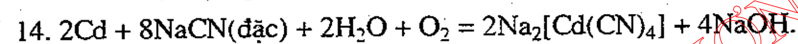
### 588. Cd – CATMI

Kim loại màu trắng bạc, nặng, dễ nóng chảy, mềm, dẻo. Trong không khí ẩm, bị phủ màng oxit bền. Không phản ứng với kiềm. Chất khử, phản ứng với hơi nước, axit mạnh, oxi, halogen, cancogen và phi kim khác, đihiđro sunfua, amoni nitrat. Đẩy kim loại quý ra khỏi dung dịch muối của chúng. Điều chế, xem 589[10], 591[9.11], 592[9].

$M = 112{,}411$; $d = 8{,}642$; $t_{nc} = 321{,}108$°C; $t_s = 766{,}5$°C.

1. $Cd + H_2O$(hơi) $= CdO + H_2$ (trên 350°C).
2. $Cd + 2HCl$(loã.) $\xrightarrow{\tau} CdCl_2 + H_2\uparrow$.
3. $Cd + 4HNO_3$(đặc) $= Cd(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$.
4. $2Cd + O_2 = 2CdO$ (325 - 350°C, đốt trg k.khí).
   $2Cd$(bột) $+ 2H_2O + O_2 \xrightarrow{\tau} 2Cd(OH)_2$ (trg NaOH loã.).
5. $Cd + E_2 = CdE_2$ (E = F, 200°C; E = Cl và Br, 450-500°C).
6. $Cd + I_2$(h.phù) $= CdI_2$ (đ.sôi).
7. $Cd + E = CdE$ (trên 350°C; E = S, Se, Te).
8. $3Cd + 2P$(đỏ) $= Cd_3P_2$ (600 - 680°C; t.chất $CdP_2$, $CdP_4$).
   $3Cd + 2As = Cd_3As_2$ (650-700°C, trg khí quyển $H_2$; t.chất $CdAs_2$).
9. $Cd + H_2E = CdE + H_2$ (800°C; $p$ E = S, Se).
   $3Cd + SO_2 = CdS + 2CdO$ (600 - 700°C).
10. $2Cd + 4NH_4NO_3$(đặc, ng') $= Cd(NO_3)_2 + [Cd(H_2O)_2(NH_3)_4](NO_2)_2$.
11. $Cd + CuSO_4(dd) = CdSO_4 + Cu\downarrow$.




12. $Cd + 2FeCl_3(dd) = CdCl_2 + 2FeCl_2$.

13. $2Cd + 8(NH_3.H_2O)$[đặc] $+ O_2 = 2[Cd(H_2O)_2(NH_3)_4](OH)_2 + 2H_2O$.

14. $2Cd + 8NaCN$(đặc) $+ 2H_2O + O_2 = 2Na_2[Cd(CN)_4] + 4NaOH$.

### 589. CdO – CATMI(II) OXIT

Khoáng vật montepolit. Nâu (từ vàng thẫm đến gần như đen). Thăng hoa và phân huỷ khi đun nóng mạnh. Không phản ứng với nước, không tan trong dung dịch kiềm, dung dịch amôniac. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm (nóng chảy). Hấp thụ $CO_2$ trong không khí. Điều chế, xem 588[4], 590[1], 591[1], 593[1].

$M = 128{,}41$; $d = 8{,}15$.

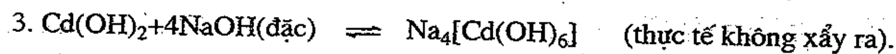
1. $2CdO = 2Cd + O_2$ (900 - 1500°C).
2. $CdO + 2HCl$(loã.) $= CdCl_2 + H_2O$.
3. $CdO + 2KOH = K_2CdO_2$ (vàng) $+ H_2O$ (450 - 500°C).
   $CdO + H_2O = Cd(OH)_2\downarrow$ (trg NaOH đặc, ng').
4. $CdO$(bột) $+ CO_2 = CdCO_3$ (120 - 140°C).
5. $2CdO$(h.phù) $+ SiO_2 = Cd_2SiO_4$ (400°C, $p$).
6. $2CdO + 3S = 2CdS + SO_2$ (490 - 510°C).
7. $2CdO + 2Cl_2 = 2CdCl_2 + O_2$ (500 - 600°C, trg luồng $Cl_2$).
8. $CdO + 4NaCN$(đặc) $+ H_2O = Na_2[Cd(CN)_4] + 2NaOH$.
9. $CdO + H_2 = Cd + H_2O$. (300°C),
   $2CdO + C$(cốc) $= 2Cd + CO_2$. (500 - 700°C).
10. $2CdO(r) \rightleftharpoons 2CdO(r) \rightleftharpoons 2Cd(k) + O_2$ (900 - 1500°C).

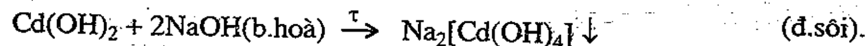
### 590. $CdCl_2$ – CATMI CLORUA

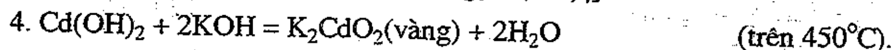
Trắng, phân huỷ khi nóng chảy. Không tan trong nước. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm (nóng chảy). Tan được trong dung dịch amoniac, kali xianua nhờ tạo phức. Điều chế, xem 588[4], 589[3], 591[4,5], 592[6,7].

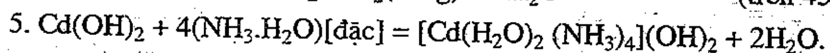
$M = 146{,}43$; $d = 4{,}79$; $pT_t^{25} = 14{,}37$.

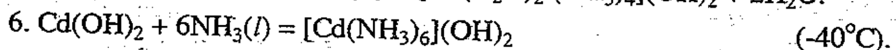
1. $Cd(OH)_2 = CdO + H_2O$ (170 - 300°C).
2. $Cd(OH)_2 + 2HCl$(loã.) $= CdCl_2 + 2H_2O$

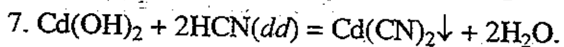

3. $Cd(OH)_2 + 4NaOH$(đặc) $\rightleftharpoons$ $Na_4[Cd(OH)_6]$ (thực tế không xẩy ra).

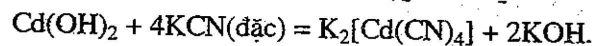

$Cd(OH)_2 + 2NaOH$(b.hoà) $\xrightarrow{t}$ $Na_2[Cd(OH)_4]\downarrow$ (đ.sôi).


4. $Cd(OH)_2 + 2KOH = K_2CdO_2$(vàng) $+ 2H_2O$ (trên 450°C).


5. $Cd(OH)_2 + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Cd(H_2O)_2(NH_3)_4](OH)_2 + 2H_2O$.


6. $Cd(OH)_2 + 6NH_3(l) = [Cd(NH_3)_6](OH)_2$ (-40°C).

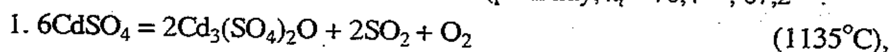

7. $Cd(OH)_2 + 2HCN(dd) = Cd(CN)_2\downarrow + 2H_2O$.


$Cd(OH)_2 + 4KCN$(đặc) $= K_2[Cd(CN)_4] + 2KOH$.

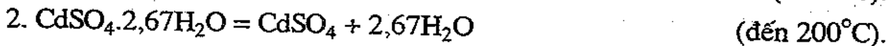
## 591. $CdSO_4$ – CATMI SUNFAT

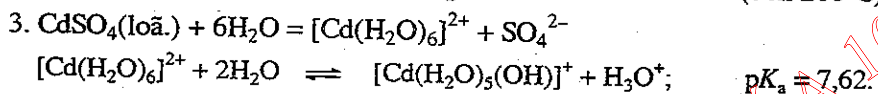
Trắng, nóng chảy và phân huỷ khi đun nóng mạnh. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Bị kiềm phân huỷ, phản ứng với hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 588[11], 593[2,4].

$M = 208,47$; $d = 4,691$; $t = 1135$°C(phân huỷ; $k_t = 76,4^{(20)}$; $67,2^{(80)}$.

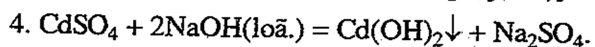

1. $6CdSO_4 = 2Cd_3(SO_4)_2O + 2SO_2 + O_2$ (1135°C),

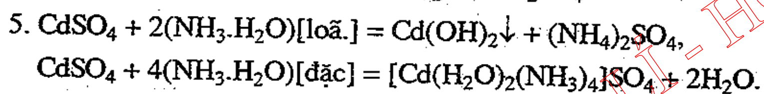

$2CdSO_4 = 2CdO + 2SO_2 + O_2$ (1300°C).


2. $CdSO_4.2,67H_2O = CdSO_4 + 2,67H_2O$ (đến 200°C).

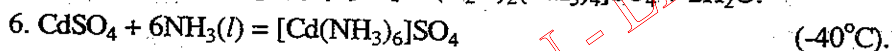

3. $CdSO_4$(loã.) $+ 6H_2O = [Cd(H_2O)_6]^{2+} + SO_4^{2-}$

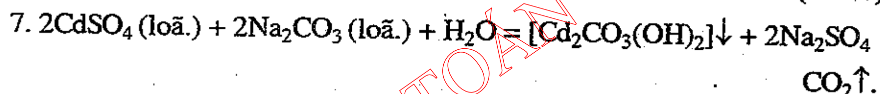
$[Cd(H_2O)_6]^{2+} + 2H_2O \rightleftharpoons [Cd(H_2O)_5(OH)]^+ + H_3O^+$; $pK_a = 7,62$.

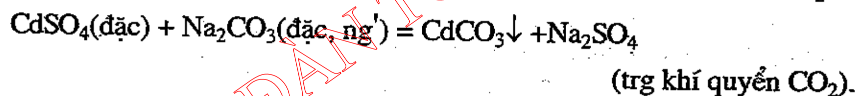

4. $CdSO_4 + 2NaOH$(loã.) $= Cd(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$.


5. $CdSO_4 + 2(NH_3.H_2O)$[loã.] $= Cd(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$,

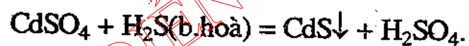
$CdSO_4 + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Cd(H_2O)_2(NH_3)_4]SO_4 + 2H_2O$.


6. $CdSO_4 + 6NH_3(l) = [Cd(NH_3)_6]SO_4$ (-40°C).


7. $2CdSO_4$ (loã.) $+ 2Na_2CO_3$ (loã.) $+ H_2O = [Cd_2CO_3(OH)_2]\downarrow + 2Na_2SO_4$ $CO_2\uparrow$.


$CdSO_4$(đặc) $+ Na_2CO_3$(đặc, ng') $= CdCO_3\downarrow + Na_2SO_4$ (trg khí quyển $CO_2$).

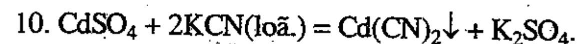

8. $CdSO_4 + Na_2E = CdE\downarrow + Na_2SO_4$ (E = S, Se, Te).

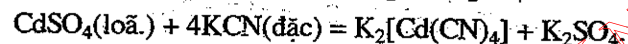

$CdSO_4 + H_2S$(b.hoà) $= CdS\downarrow + H_2SO_4$.

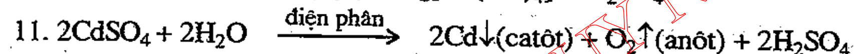

9. $CdSO_4 + Zn$(bột) $= ZnSO_4 + Cd\downarrow$.






10. $CdSO_4 + 2KCN$(loã.) $= Cd(CN)_2\downarrow + K_2SO_4$.


$CdSO_4$(loã.) $+ 4KCN$(đặc) $= K_2[Cd(CN)_4] + K_2SO_4$.

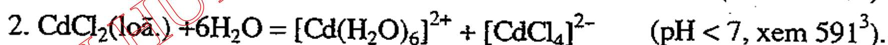

11. $2CdSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Cd\downarrow$(catôt) $+ O_2\uparrow$(anôt) $+ 2H_2SO_4$

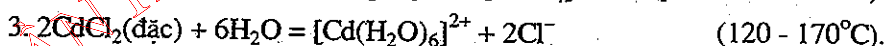
## 592. $CdCl_2$ – CATMI (II) CLORUA

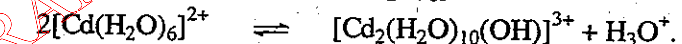
Trắng, dạng vô định hình hay tinh thể, bay hơi, nóng chảy và sôi không phân huỷ. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng trao đổi, tạo phức. Điều chế, xem 588[2,5], 589[2,7].

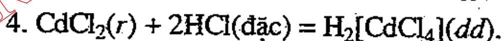
$M = 183,32$; $d = 4,047$; $t_{nc} = 568,5$°C; $t_s = 964$°C; $k_t = 113,4^{(20)}$; $104,4^{(80)}$.


1. $CdCl_2.2,5H_2O = CdCl_2 + 2,5H_2O$ (120 - 170°C).

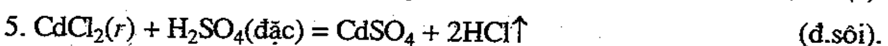

2. $CdCl_2$(loã.) $+ 6H_2O = [Cd(H_2O)_6]^{2+} + [CdCl_4]^{2-}$ (pH < 7, xem 591[3]).

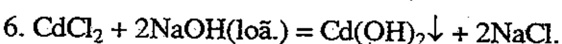

3. $2CdCl_2$(đặc) $+ 6H_2O = [Cd(H_2O)_6]^{2+} + 2Cl^-$ (120 - 170°C).


$2[Cd(H_2O)_6]^{2+} \rightleftharpoons [Cd_2(H_2O)_{10}(OH)]^{3+} + H_3O^+$.

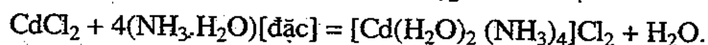

4. $CdCl_2(r) + 2HCl$(đặc) $= H_2[CdCl_4](dd)$.

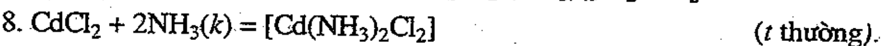

$CdCl_2 + 4MCl$(đặc) $= M_4[CdCl_6]\uparrow$ ($M = K^+, Rb^+, Cs^+, NH_4^+$).

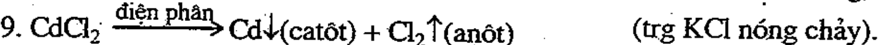

5. $CdCl_2(r) + H_2SO_4$(đặc) $= CdSO_4 + 2HCl\uparrow$ (đ.sôi).

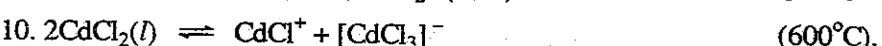

6. $CdCl_2 + 2NaOH$(loã.) $= Cd(OH)_2\downarrow + 2NaCl$.

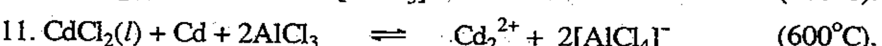

7. $CdCl_2 + 2(NH_3.H_2O)$[loã.] $= Cd(OH)_2\downarrow + 2NH_4Cl$.


$CdCl_2 + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Cd(H_2O)_2(NH_3)_4]Cl_2 + H_2O$.


8. $CdCl_2 + 2NH_3(k) = [Cd(NH_3)_2Cl_2]$ ($t$ thường).


9. $CdCl_2 \xrightarrow{\text{điện phân}} Cd\downarrow$(catôt) $+ Cl_2\uparrow$(anôt) (trg KCl nóng chảy).


10. $2CdCl_2(l) \rightleftharpoons CdCl^+ + [CdCl_3]^-$ (600°C).


11. $CdCl_2(l) + Cd + 2AlCl_3 \rightleftharpoons Cd_2^{2+} + 2[AlCl_4]^-$ (600°C).

## 593. CdS – CATMI SUNFUA

Khoáng vật grenokit. vàng, dạng tấm màu đỏ-da cam. Thăng hoa trong khí quyển trơ, nóng chảy phân huỷ một phần pepti hoá (biến thành dung dịch keo) khi tác dụng lâu dài với dung dịch hiđro sunfua. Không tan trong nước, không phản ứng với sunfua kim loại kiềm, hiđrat amoniac. Bị

axit đặc phân huỷ, bị oxi không khí oxi hoá khi đun nóng. Điều chế, xem $588^{7,9}$, $589^{6}$, $581^{8}$.

$M = 144,48$; $d = 4,82$; $t_{nc} \approx 1480°C$ (p); $pT_t^{25} = 27,19$.

1. $CdS + 2HCl$(đặc) $= CdCl_2 + H_2S\uparrow$.
2. $CdS + H_2SO_4$(loã., ng') $= CdSO_4 + H_2S\uparrow$.
3. $CdS + 10HNO_3$(đặc, ng') $= Cd(NO_3)_2 + 8NO_2\uparrow + H_2SO_4 + 4H_2O$,

$3CdS + 8HNO_3$(loã., ng') $= 3Cd(NO_3)_2 + 3S\downarrow + 2NO\uparrow + 4H_2O$.

$2CdS + 3O_2 = 2CdO + 2SO_2$ (800°C).

$CdS + 2SO_2 = CdSO_4 + 2S$ (400 -500°C)

## THUỶ NGÂN

### 594. Hg– THUỶ NGÂN

Kim loại màu trắng, lỏng ở nhiệt độ thường, ở trạng thái rắn dẻo. Không bị oxi hoá trong không khí khô ráo, bị phủ màng oxit màu xám trong không khí ẩm. Kim loại quý, không phản ứng với nước, axit, kiềm, hiđrat amoniac. Tan được trong dung dịch axit iothiđric nhờ tạo phức. Chất khử yếu, phản ứng với axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, cường thuỷ, halogen, cancogen. Tạo nên hỗn hống (lỏng hoặc rắn) với nhiều kim loại (Na, K, Ca, Ba, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Pb v.v...), hỗn hống là hợp chất giữa kim loại hoặc hợp kim. Ở dạng tự sinh trong thiên nhiên. Điều chế, xem $595^{1}$, $596^{10}$, $597^{1}$, $598^{1,3,6}$, $599^{13}$, $602^{6,7}$.

$M = 200,59$; $d = 13,546^{(20)}$; $t_{nc} = -38,862°C$; $t_s = +356,66°C$.

1. $2Hg + 2H_2SO_4$(đặc, ng') $= Hg_2SO_4\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$ (t.chất $HgSO_4$).

$Hg + 2H_2SO_4$(đặc) $= HgSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$ (đ.sôi khi có mặt $HNO_3$).

2. $6Hg + 8HNO_3$(loã., ngu.) $= 3Hg_2(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$.

$Hg + 4HNO_3$(đặc, ng') $= Hg(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$.

3. $3Hg + 2HNO_3$(đặc) $+ 6HCl$(đặc) $= 3HgCl_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$ (50 - 70°C).
4. $2Hg + 4HCl$(loã.) $+ O_2 = 2HgCl_2 + 2H_2O$.
5. $Hg + 4HI$(đặc) $= H_2[HgI_4] + H_2\uparrow$.
6. $2Hg + O_2 = 2HgO$. (250-350°C).



7. $Hg + Cl_2 = HgCl_2$ (70 - 120°C).

$Hg + HgCl_2 = Hg_2Cl_2$ (250 - 300°C).

8. $Hg + Br_2$(b.hoà) $= HgBr_2\downarrow$ (t thường).

$Hg + HgBr_2 = Hg_2Br_2$ (250 - 300°C).

9. $3Hg + 2I_2 = Hg_2I_2 + HgI_2$ (trg rượu etylic).
10. $Hg + S = HgS$ (trên 130°C),

$Hg + E = HgE$ (550 - 600°C; E = Se, Te).

11. $2Hg + 4N_2O_4(l) = 2Hg(NO_3)_2 + 4NO$.

### 595. HgO – THUỶ NGÂN(II) OXIT

Khoáng vật montroiđit. Đỏ tươi ( tinh thể lớn) hoặc vàng (tinh thể bé). Sẫm lại dưới ánh sáng và khi đun nóng nhẹ. Không bền nhiệt. Không phản ứng với nước. Thể hiện tính bazơ, phản ứng với axit. Bị hiđrat amoniac phân huỷ. Điều chế, xem $594^{6}$, $597^{1,3,5}$, $599^{4}$, $602^{5}$, $603^{5}$.

$M = 216,59$; $d = 11,14$.

1. $2HgO = 2Hg + O_2$ (450 - 500°C).
2. $HgO(r) + H_2O \rightleftharpoons Hg^{2+}(dd) + 2OH^-$ ; $pT_t^{25} = 25,48$.
3. $HgO(r) + Hg(l) + 3H_2O \rightleftharpoons [Hg_2(H_2O)_2]^{2+} + 2OH^-$ (hầu như không xảy ra).
4. $HgO + 2HCl$(loã.) $= HgCl_2 + H_2O$.

$HgO + 2HNO_3$(loã.) $= Hg(NO_3)_2 + H_2O$.

5. $2HgO + NH_3.H_2O$(đặc) $= (Hg_2N)OH.2H_2O\downarrow$(vàng) (t thường, trg tối).

$(Hg_2N)OH.2H_2O = (Hg_2N)OH.H_2O$(nâu) $+ H_2O$ (110°C).

6. $HgO$(h.phù) $+ 2Cl_2 = HgCl_2\downarrow + Cl_2O$ (0°C, trg $CCl_4$ lỏng).
7. $HgO + H_2O + 2NaE = HgE_2 + 2NaOH$ (E = Cl, Br).

### 596. $Hg_2(NO_3)_2$ – THUỶ NGÂN (I) NITRAT

Trắng, phân huỷ khi đun nóng nhẹ. Bị thuỷ phân tạo nên kết tủa muối bazơ (tan khi có mặt axit nitric). Dễ bị phân huỷ trong dung dịch (muốn hạn chế sự phân huỷ người ta thêm vào dung dịch một lượng nhỏ thuỷ ngân). Phản ứng với axit, kiềm, hiđrat amoniac. Bị $O_2$ không khí oxi hoá. Điều chế, xem $594^{2}$, $597^{14}$.

$M = 525,19$; $d = 7,79$.

1. $Hg_2(NO_3)_2 = 2HgO + 2NO_2$ (70 - 150°C).
2. $Hg_2(NO_3)_2{\cdot}2H_2O = Hg_2(NO_3)_2 + 2H_2O$ (30 - 40°C, c.không).
3. $Hg_2(NO_3)_2$(đặc) + $H_2O = Hg_2NO_3(OH)\downarrow + HNO_3$ (pha loã.).
4. $Hg_2(NO_3)_2$(loã.)+$2H_2O$ =$[Hg_2(H_2O)_2]^{2+} + 2NO_3^-$ (trg $HNO_3$loã.)
   $[Hg_2(H_2O)_2]^{2+} \rightleftharpoons Hg^{2+}(dd) + Hg(l)\downarrow + 2H_2O$; $pK_c = 2{,}22$.
5. $Hg_2(NO_3)_2 + 2HCl$(loã.) $= Hg_2Cl_2\downarrow + 2HNO_3$.
6. $Hg_2(NO_3)_2 + 4HNO_3$(đặc, ng') $= 2Hg(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$.
7. $Hg_2(NO_3)_2 + 2NaOH$(loã., ng') $= HgO\downarrow + Hg(l)\downarrow + 2NaNO_3 + H_2O$.
8. $2Hg_2(NO_3)_2 + 4(NH_3.H_2O) = (Hg_2N)NO_3.H_2O\downarrow + 2Hg(l)\downarrow$
   $+ 3NH_4NO_3 + 3H_2O$ (đ.sôi).
9. $2Hg_2(NO_3)_2 + 4HNO_3$(loã.) $+ O_2 = 4Hg(NO_3)_2 + 2H_2O$.
10. $Hg_2(NO_3)_2 + Cu = 2Hg(l)\downarrow + Cu(NO_3)_2$.
11. $Hg_2(NO_3)_2 + H_2S$(b.hoà) $= HgS\downarrow + Hg(l)\downarrow + 2HNO_3$.
12. $Hg_2(NO_3)_2 + 2KE = Hg_2KE_2\downarrow + 2KNO_3$
   (trg $HNO_3$ loã.; E = F, Cl, Br, I).
13. $3Hg_2(NO_3)_2 + 4Na_2PO_4 = (Hg_2)_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaNO_3 + 2NaH_2PO_4$.
14. $Hg_2(NO_3)_2 + 2KHCO_3 = Hg_2CO_3\downarrow + 2KNO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$(nguội).

### 597. $Hg(NO_3)_2$ – THUỶ NGÂN (II) NITRAT

Trắng, nóng chảy và phân huỷ khi đun nóng. Bị thuỷ phân tạo nên kết tủa oxit (tan khi có mặt axit nitric). Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac, thuỷ ngân, rượu etylic. Tham gia phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem 594[2,11], 595[4], 596[6,9], 600[4].

$M = 324{,}60$; $d = 4{,}30$ (t.thể); $t_{nc} = 79°C$;

1. $2Hg(NO_3)_2 = 2HgO + 4NO_2 + O_2$ (đến360°C),
   $Hg(NO_3)_2 = Hg + 2NO_2 + O_2$ (trên 400°C),
2. $Hg(NO_3)_2{\cdot}0{,}5H_2O = Hg(NO_3)_2 + 0{,}5H_2O$ (20-30°C, trên $H_2SO_4$ đặc).
3. $Hg(NO_3)_2$(đặc) + $H_2O = HgO\downarrow + 2HNO_3$ ( pha loã.).
4. $Hg(NO_3)_2$(loã.) $= Hg^{2+}(dd) + 2NO_3^-$ (trg $HNO_3$ loã.).



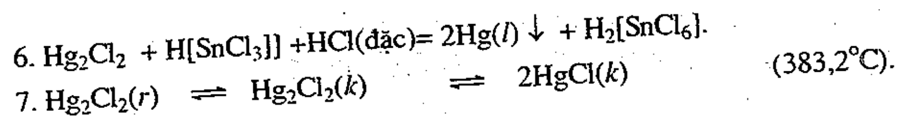
5. $Hg(NO_3)_2 + 2NaOH$(loã.) $= HgO\downarrow + 2NaNO_3 + H_2O$.
6. $2Hg(NO_3)_2 + 4(NH_3.H_2O) = (Hg_2N)NO_3.H_2O\downarrow$(vàng thẫm) +
   $+ 3NH_4NO_3 + 3H_2O$ (đ.sôi).
7. $Hg(NO_3)_2 + H_2S$(b.hoà) $= HgS\downarrow + 2HNO_3$
8. $3Hg(NO_3)_2 + 2Na_2HEO_4 = Hg_3(EO_4)_2\downarrow + 4NaNO_3 + 2HNO_3$
   (E = P,As).
9. $Hg(NO_3)_2 + 2NaEO_3$(đặc) $= Hg(EO_3)_2 + 2NaNO_3$ (E = Br,I).
10. $Hg(NO_3)_2 + 2KCN$(loã.) $= Hg(CN)_2 + 2KNO_3$
    $Hg(NO_3)_2 + 4KCN$(đặc) $= K_2[Hg(CN)_4] + 2KNO_3$
11. $Hg(NO_3)_2 + 2KNCS$(loã.) $= Hg(\text{-}SCN)_2\downarrow + 2KNO_3$,
    $2Hg(\text{-}SCN)_2 = 2HgS + CS_2 + C_3N_4$
12. $Hg(NO_3)_2 + 4KNCS$(đặc) $= K_2[Hg(\text{-}SCN)_4] + 2KNO_3$.
    $Hg(NO_3)_2\,(r) + 4HNCS = H_2[Hg(\text{-}SCN)_4]\downarrow + 2HNO_3$.
13. $Hg(NO_3)_2 + 3C_2H_5OH = Hg(CNO)_2\downarrow + 2CH_3C(H)O + 5H_2O$.
    (thuỷ ngân II suminat) (trg $HNO_3$ loã.)
14. $Hg(NO_3)_2 + Hg(l) \rightleftharpoons Hg_2(NO_3)_2$ (trg $HNO_3$ loã.)

### 598. $Hg_2Cl_2$ – THUỶ NGÂN (I) CLORUA

Calomen. Trắng, dễ bay hơi. Nhạy cảm với ánh sáng (sẫm lại). Không tan trong nước, không tạo nên tinh thể hiđrat. Bị axit loãng phân huỷ. Không phản ứng với kiềm. Bị axit sunfuric đặc, axit nitric đặc phân huỷ. Phản ứng với hiđrat amoniac. Điều chế, xem 594[7], 596[5,12], 599[1,12,13].

$M = 472{,}09$; $d = 7{,}150$; $t_{nc} = 543°C\,(p)$

1. $Hg_2Cl_2 = HgCl_2 + Hg$ (400°C).
2. $Hg_2Cl_2(r) + 2H_2O \rightleftharpoons [Hg_2(H_2O)_2]^{2+} + 2Cl^-$; $pT_t^{25} = 17{,}82$.
3. $Hg_2Cl_2 \xrightarrow{\tau} HgCl_2 + Hg(l)\downarrow$ (trg HCl loã. , $NH_4Cl$).
4. $Hg_2Cl_2 + 2H_2SO_4$(đặc, ng') $= HgCl_2 + HgSO_4\downarrow + SO_2 + 2H_2O$.
   $Hg_2Cl_2 + 4HNO_3$(đặc, ng') $= HgCl_2 + Hg(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$.
5. $Hg_2Cl_2 + 2(NH_3.H_2O) = \underbrace{Hg(NH_2)Cl\downarrow + Hg(l)\downarrow}_{\text{đen}} + NH_4Cl + 2H_2O$.

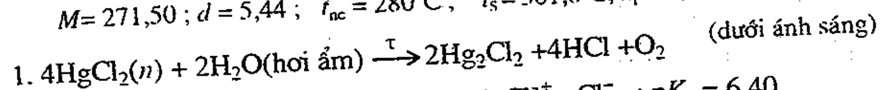

6. $Hg_2Cl_2 + H[SnCl_3]] + HCl$(đặc)$= 2Hg(l)\downarrow + H_2[SnCl_6]$.

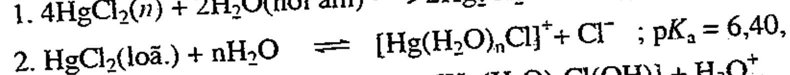
7. $Hg_2Cl_2(r) \rightleftharpoons Hg_2Cl_2(k) \rightleftharpoons 2HgCl(k)$ (383,2°C).

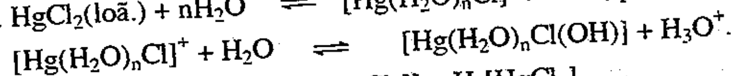
## 599. $HgCl_2$ – THUỶ NGÂN (II) CLORUA

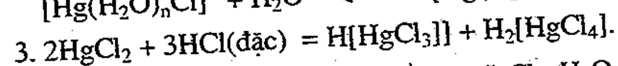
Trắng, dễ nóng chảy, dễ sôi, bay hơi cũng với hơi nước. Tan vừa phải trong nước, phân ly một mức độ không đáng kể. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit sunfuric đặc. phản ứng với axit clohiđric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Chất oxi hoá yếu. Điều chế, xem 594[3.4.7], 595[4,6]. 602[2].

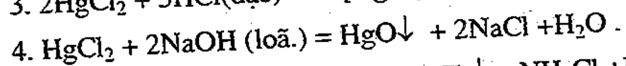
$M = 271,50$ ; $d = 5,44$ ; $t_{nc} = 280°C$ ; $t_s = 301,8°C$; $k_t = 6,59^{(20)}, 24,2^{(80)}$

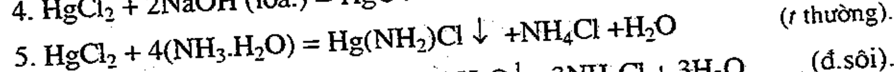

1. $4HgCl_2(n) + 2H_2O$(hơi ẩm) $\xrightarrow{\tau} 2Hg_2Cl_2 + 4HCl + O_2$ (dưới ánh sáng)

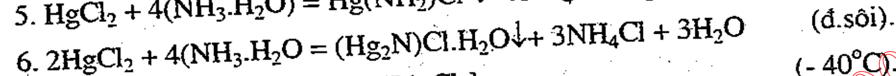

2. $HgCl_2$(loã.) $+ nH_2O \rightleftharpoons [Hg(H_2O)_nCl]^+ + Cl^-$ ; $pK_a = 6,40$,

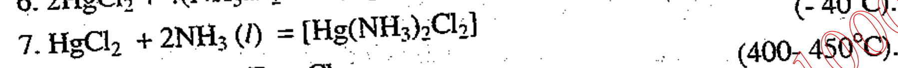

$[Hg(H_2O)_nCl]^+ + H_2O \rightleftharpoons [Hg(H_2O)_nCl(OH)] + H_3O^+$.


3. $2HgCl_2 + 3HCl$(đặc) $= H[HgCl_3]] + H_2[HgCl_4]$.

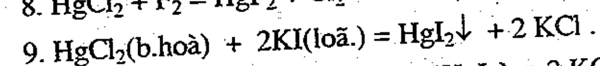

4. $HgCl_2 + 2NaOH$ (loã.) $= HgO\downarrow + 2NaCl + H_2O$.

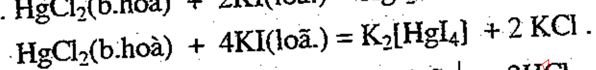

5. $HgCl_2 + 4(NH_3.H_2O) = Hg(NH_2)Cl\downarrow + NH_4Cl + H_2O$ ($t$ thường).

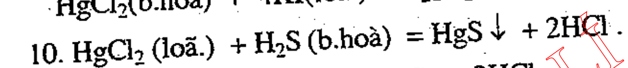

6. $2HgCl_2 + 4(NH_3.H_2O = (Hg_2N)Cl.H_2O\downarrow + 3NH_4Cl + 3H_2O$ (đ.sôi).

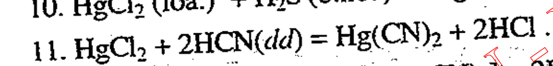

7. $HgCl_2 + 2NH_3$ ($l$) $= [Hg(NH_3)_2Cl_2]$ (- 40°C).

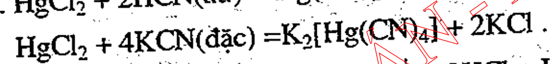

8. $HgCl_2 + F_2 = HgF_2 + Cl_2$ (400- 450°C).

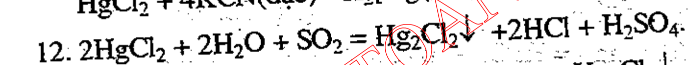

9. $HgCl_2$(b.hoà) $+ 2KI$(loã.) $= HgI_2\downarrow + 2KCl$.

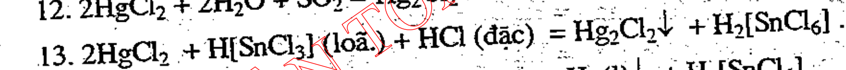

$HgCl_2$(b.hoà) $+ 4KI$(loã.) $= K_2[HgI_4] + 2KCl$.

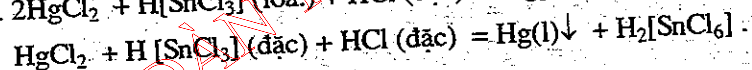

10. $HgCl_2$ (loã.) $+ H_2S$ (b.hoà) $= HgS\downarrow + 2HCl$.

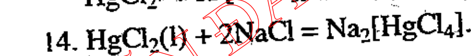

11. $HgCl_2 + 2HCN(dd) = Hg(CN)_2 + 2HCl$.

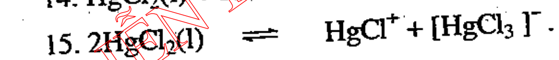

$HgCl_2 + 4KCN$(đặc) $= K_2[Hg(CN)_4] + 2KCl$.


12. $2HgCl_2 + 2H_2O + SO_2 = Hg_2Cl_2\downarrow + 2HCl + H_2SO_4$.


13. $2HgCl_2 + H[SnCl_3]$(loã.) $+ HCl$ (đặc) $= Hg_2Cl_2\downarrow + H_2[SnCl_6]$.


$HgCl_2 + H[SnCl_3]$(đặc) $+ HCl$ (đặc) $= Hg(l)\downarrow + H_2[SnCl_6]$.


14. $HgCl_2(l) + 2NaCl = Na_2[HgCl_4]$.


15. $2HgCl_2(l) \rightleftharpoons HgCl^+ + [HgCl_3]^-$.

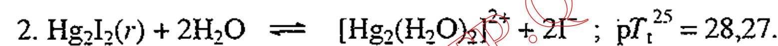


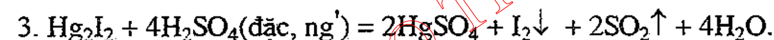
## 600. $Hg_2I_2$ – THUỶ NGÂN(I) IOĐUA

Vàng, bay hơi, dễ nóng chảy, màu đen ở trạng thái lỏng, rất nhạy cảm với ánh sáng. Không bền nhiệt. Không tan trong nước. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit loãng, phản ứng với kali iodua trong dung dịch nước. Điều chế, xem 594[9], 596[12].

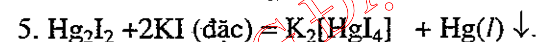
$M = 654,99$ ; $d = 7,70$ ; $t_{nc} = 290°C$ ; $t_s = 140°C$.


1. $Hg_2I_2 = HgI_2 + Hg$ (dưới ánh sáng)


2. $Hg_2I_2(r) + 2H_2O \rightleftharpoons [Hg_2(H_2O)_2]^{2+} + 2I^-$ ; $pT_t^{25} = 28,27$.


3. $Hg_2I_2 + 4H_2SO_4$(đặc, ng') $= 2HgSO_4 + I_2\downarrow + 2SO_2\uparrow + 4H_2O$.


$Hg_2I_2 + 6HNO_3$(đặc) $= 2Hg(NO_3)_2 + 2HI + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$.

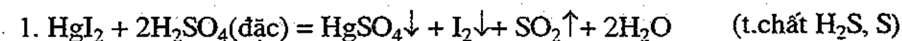

5. $Hg_2I_2 + 2KI$ (đặc) $= K_2[HgI_4] + Hg(l)\downarrow$.

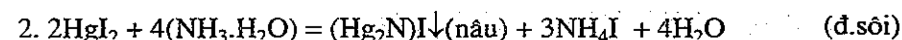
## 601. $HgI_2$ – THUỶ NGÂN (II) IOĐUA

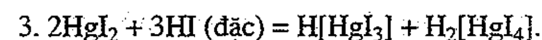
Khoáng vật coczinit. Đỏ (dạng α bền) và vàng dạng β không bền). Dễ nóng chảy. Dạng vàng biến dần sang dạng đỏ dưới ánh sáng. Không tan trong nước. Phản ứng với axit sunfuric đặc, hiđrat amoniac. Không phản ứng với kiềm. Điều chế, xem 594[9], 599[9], 600[1], 603[3].

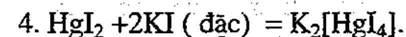
$M = 454,40$ ; $d = 6,283$ (α); 6,271(β); $t(\alpha \rightarrow \beta) = 131°C$ ;

$t_{nc} = 256°C$ ; $pT_t^{25} = 28,55$.

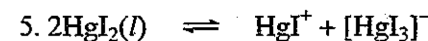

1. $HgI_2 + 2H_2SO_4$(đặc) $= HgSO_4\downarrow + I_2\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$ (t.chất $H_2S$, S)


2. $2HgI_2 + 4(NH_3.H_2O) = (Hg_2N)I\downarrow$(nâu) $+ 3NH_4I + 4H_2O$ (đ.sôi)


3. $2HgI_2 + 3HI$ (đặc) $= H[HgI_3] + H_2[HgI_4]$.


4. $HgI_2 + 2KI$ ( đặc) $= K_2[HgI_4]$.


$HgI_2 + 2KI$ ( ẩm) $= K_2[HgI_4]\downarrow$ (34- 56°C, trg axeton)


5. $2HgI_2(l) \rightleftharpoons HgI^+ + [HgI_3]^-$

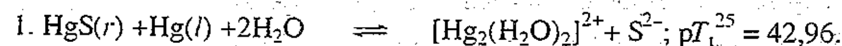
## 602. HgS – THUỶ NGÂN (II) SUNFUA

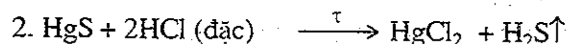
Đỏ (dạng α, khoáng vật xinaba) hoặc vàng (dạng β, khoáng vật xinabarit). Sẫm lại và thăng hoa khi đun nóng vừa phải. Chỉ nóng chảy dưới áp suất dư, bền nhiệt. Khi kết tinh từ dung dịch tạo nên dạng đen. Không tan trong nước. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit

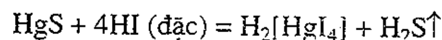
đặc phân huỷ, bị $O_2$ không khí oxi hoá khi đun nóng. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 594[10], 597[7.11], 599[10].

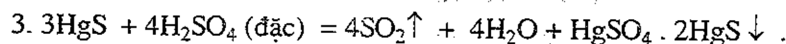
$M = 232{,}66$ ; $d = 8{,}10(\alpha)$; $7{,}65(\beta)$; $t(\alpha \rightarrow \beta) = 344^\circ C$;

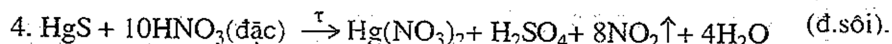
$t_{th} = 580^\circ C$ ; $t_{nc} = 820^\circ C\ (p)$; $pT_t^{25} = 44{,}85$.

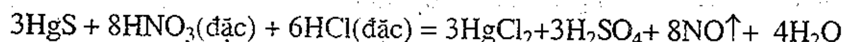

1. $HgS(r) + Hg(l) + 2H_2O \rightleftharpoons [Hg_2(H_2O)_2]^{2+} + S^{2-}$; $pT_t^{25} = 42{,}96$.


2. $HgS + 2HCl$ (đặc) $\xrightarrow{\tau} HgCl_2 + H_2S\uparrow$


$HgS + 4HI$ (đặc) $= H_2[HgI_4] + H_2S\uparrow$


3. $3HgS + 4H_2SO_4$ (đặc) $= 4SO_2\uparrow + 4H_2O + HgSO_4 . 2HgS\downarrow$ .


4. $HgS + 10HNO_3$(đặc) $\xrightarrow{\tau} Hg(NO_3)_2 + H_2SO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$ (đ.sôi).


$3HgS + 8HNO_3$(đặc) $+ 6HCl$(đặc) $= 3HgCl_2 + 3H_2SO_4 + 8NO\uparrow + 4H_2O$


5. $2HgS + 3O_2 = 2SO_2 + 2HgO$ (200 - 350°C).


6. $HgS + Fe = Hg + FeS$ (350 - 450°C).


7. $4HgS + 4CaO = 4Hg + 3CaS + CaSO_4$ (400 - 500°C).

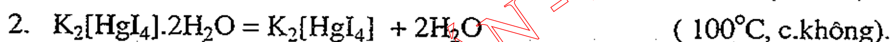

8. $HgS + M_2S$ ( đặc) $= M_2[HgS_2]$ (M = Na , K).

### 603. $K_2[HgI_4]$ – KALI TETRAIOĐOMECURAT(II)

Vàng nhạt, không bền nhiệt. Tan nhiều trong lượng ít nước, phân huỷ tạo nên kết tủa trong dung dịch rất loãng. Không phản ứng với kiềm loãng. Bị axit đặc và kiềm đặc phân huỷ, phản ứng với hiđrat amoniac. Điều chế, xem 599[9], 601[4].

$M = 786{,}40$ .

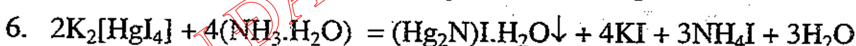

1. $K_2[HgI_4] = 2KI + HgI_2$ ( 400°C).


2. $K_2[HgI_4].2H_2O = K_2[HgI_4] + 2H_2O$ ( 100°C, c.không).


3. $K_2[HgI_4]$ (dd) $= HgI_2\downarrow + 2KI$ (pha loãng bằng nước).


4. $K_2[HgI_4] + 4H_2SO_4$ (đặc) $= HgSO_4\downarrow + 2I_2 + 2SO_2 + 4H_2O + K_2SO_4$


5. $K_2[HgI_4] + 2KOH$ (đặc, ng') $= HgO\downarrow + 4KI + H_2O$ .


6. $2K_2[HgI_4] + 4(NH_3.H_2O) = (Hg_2N)I.H_2O\downarrow + 4KI + 3NH_4I + 3H_2O$



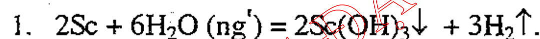
# Chương 3 CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM IIIB

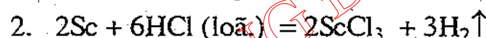
## SCANĐI

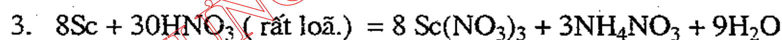
### 604. Sc – SCANĐI

Kim loại trắng bạc với sắc vàng (dạng bột màu xám), mềm. Thuận từ. Trong không khí bị phủ màng oxit. Không phản ứng với nước nguội, kiềm. Chất khử mạnh, phản ứng với nước nóng, axit loãng, khi đun nóng phản ứng với oxi, clo, lưu huỳnh, nitơ. Điều chế, xem 609[8].

$M = 44{,}956$ ; $d = 3{,}02$ ; $t_{nc} = 1541^\circ C$ ; $t_s = 2850^\circ C$ .

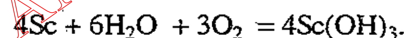

1. $2Sc + 6H_2O$ (ng') $= 2Sc(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.


2. $2Sc + 6HCl$ (loãng) $= 2ScCl_3 + 3H_2\uparrow$


3. $8Sc + 30HNO_3$ ( rất loãng) $= 8\ Sc(NO_3)_3 + 3NH_4NO_3 + 9H_2O$


4. $2Sc + nH_2 = 2ScH_n$ ( $2 < n \leq 3$ ,450°C ).


5. $4Sc + 3O_2 = 2Sc_2O_3$ (200 - 250°C , cháy trg k.khí )


$4Sc + 6H_2O + 3O_2 = 4Sc(OH)_3$.


6. $2Sc + 3Cl_2 = 2ScCl_3$ (400°C),


$2Sc + 3S = Sc_2S_3$ (600 - 800°C),


$2Sc + N_2 = 2ScN$ ( 500 - 900°C),

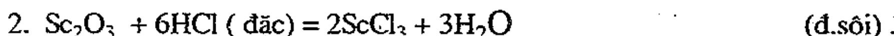

7. $Sc + 6NO_2 = Sc(NO_3)_3 + 3NO$ ( đến 120°C).

### 605. $Sc_2O_3$ – SCANĐI (III) OXIT

Trắng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Dạng đã nung thụ động hoá học: không phản ứng với nước, kiềm. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit đặc, oxit kim loại kiềm khi thiêu kết. Hấp thụ $CO_2$ và hơi ẩm trong không khí. Điều chế, xem 604[5], 606[1], 607[1], 608[1].

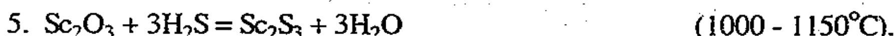
$M = 137{,}91$ ; $d = 3{,}864$ ; $t_{nc} = 2450^\circ C$ ;


1. $Sc_2O_3 + H_2O\ (l) = 2ScO(OH)$ (250 - 300°C , p).


2. $Sc_2O_3 + 6HCl$ ( đặc) $= 2ScCl_3 + 3H_2O$ (đ.sôi) .


3. $Sc_2O_3 + Na_2O = 2NaScO_2$ ( 1150 - 1200°C).


4. $Sc_2O_3 + 2CO_2 + H_2O = 2ScCO_3(OH)$ (t thường ).


5. $Sc_2O_3 + 3H_2S = Sc_2S_3 + 3H_2O$ (1000 - 1150°C).


6. $Sc_2O_3 + 3C$ ( cốc ) $+ 3Cl_2 = 2ScCl_3 + 3CO$ (800 - 900°C ).

## 606. $Sc(OH)_3$ – SCANĐI (III) HIĐROXIT

Trắng, vô định hình, phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit loãng, kiềm đặc. Hấp thụ $CO_2$ trong không khí. Điều chế, xem $604^{1,5}$, $607^{4,5}$, $608^{4,5}$, $608^{5,6}$, $609^{4,5}$.

$$M = 95{,}98;\ d = 2{,}65;\ pT_t = 27{,}06;$$

1. $Sc(OH)_3 = ScO(OH) + H_2O$ (250 - 280°C).
   $2Sc(OH)_3 = Sc_2O_3 + 3H_2O$ (trên 460°C).
2. $Sc(OH)_3 + 3HCl$ (loãng) $= ScCl_3 + 3H_2O$
3. $Sc(OH)_3 + 3NaOH$ (đặc, ng') $= Na_3[Sc(OH)_6]$,
   $Sc(OH)_3 + NaOH = Na[Sc(OH)_4]$, (120 - 180 °C).
   $Sc(OH)_3 + NaOH = NaScO_2 + 2H_2O$ (300 - 500°C).
4. $Sc(OH)_3 + CO_2 = ScCO_3(OH) + H_2O$ ($t$ thường).

## 607. $Sc(NO_3)_3$ – SCANĐI (III) NITRAT

Trắng, chảy rữa trong không khí, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit nitric. Phản ứng với kiềm. Điều chế, xem $604^{3,7}$, $605^{7}$.

$$M = 230{,}97;\ k_t = 77{,}4^{(25)}.$$

1. $4Sc(NO_3)_3 = 2Sc_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$ (trên 300°C).
2. $Sc(NO_3)_3.4H_2O = Sc(NO_3)_2OH \cdot 3H_2O + HNO_3$ (105-145°C).
   $4\{Sc(NO_3)_3.4H_2O\} = 2Sc_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2 + 16H_2O$ (trên 220°C).
3. $Sc(NO_3)_3$ (loãng) $+ 6H_2O = [Sc(H_2O)_6]^{3+} + 3NO_3^-$ (pH<7, xem $608^3$).
4. $Sc(NO_3)_3 + 3NaOH$ (loãng, ngụ.) $= Sc(OH)_3\downarrow + 3NaNO_3$
   $Sc(NO_3)_3 + 3NaOH = ScO(OH)\downarrow + H_2O + 3NaNO_3$ (đ.sôi)
5. $Sc(NO_3)_3 + 3(NH_3.H_2O)$ [loãng, ngụ.] $= Sc(OH)_3\downarrow + 3NH_4NO_3$.
6. $Sc(NO_3)_3 + 2K_2CO_3$(loãng) $+ H_2O = ScCO_3(OH)\downarrow + 3KNO_3 + KHCO_3$

## 608. $Sc_2(SO_4)_3$ – SCANĐI(III) SUNFAT

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit sunfuric. Phản ứng với hơi nước, kiềm hiđrat amoniac. Điều chế, xem $610^4$.

$$M = 378{,}10;\ d = 2{,}579;\ k_t = 64{,}6^{(12)};\ 32{,}2^{(25)}.$$



1. $Sc_2(SO_4)_3 = Sc_2O_3 + SO_3 + 2SO_2 + O_2$ (trên 600°C).
2. $Sc_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O = Sc_2(SO_4)_3 + 5H_2O$ (250 -400°C).
3. $2Sc_2(SO_4)_3$ (loãng) $+ 6H_2O = [Sc(H_2O)_6]^{3+} + 3[Sc(SO_4)_2]^-$.
   $[Sc(H_2O)_6]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Sc(H_2O)_5(OH)]^{2+} + H_3O^+$ $pK_a = 4{,}61$.
4. $2Sc_2(SO_4)_3 + 2H_2O$(hơi) $= 4ScSO_4(OH) + 2SO_2 + O_2$ (520-550°C).
5. $Sc_2(SO_4)_3 + 6NaOH$ (loãng, ngụ.) $= 2Sc(OH)_3 + 3Na_2SO_4$.
6. $Sc_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)$ (loãng) $= 2Sc(OH)_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$.

## 609. $ScCl_3$ – SCANĐI (III) CLORUA

Trắng, bay hơi, chảy rữa trong không khí, nóng chảy dưới áp suất dư của $Cl_2$. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân ở cation), tan ít trong axit clohiđric đặc. Phản ứng với nước sôi, kiềm. Điều chế, xem $605^{2,6}$, $606^{2}$, $610^{2}$.

$$M = 151{,}32;\ d = 2{,}39;\ t_{nc} = 967°C\ (p);\ t_s = 975°C;\ k_t = 70{,}2^{(25)}.$$

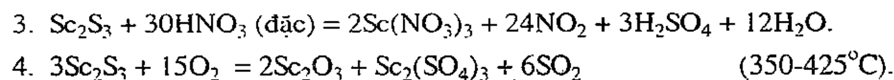
1. $ScCl_3 \cdot 6H_2O = Sc(Cl)O + 2HCl + 5H_2O$ (250°C).
2. $ScCl_3 + H_2O = ScCl_2(OH) + HCl$ (đ.sôi).
3. $ScCl_3$ (loãng) $+ 6H_2O = [Sc(H_2O)_6]^{3+} + 3Cl^-$ (pH< 7, xem $608^3$).
4. $ScCl_3 + 3NaOH$ (loãng, ngụ.) $= Sc(OH)_3\downarrow + 3NaCl$.
5. $ScCl_3 + 3(NH_3.H_2O)$ [loãng] $= Sc(OH)_3\downarrow + 3NH_4Cl$.
6. $ScCl_3 + 3HF$ (đặc) $= ScF_3\downarrow + 3HCl$.
7. $ScCl_3 + 3KCl = K_3[ScCl_6]$ (770 - 820°C)
8. $2ScCl_3(l) \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Sc\downarrow$ (catôt) $+ 3Cl_2\uparrow$ (anôt).

## 610. $Sc_2S_3$ – SCANĐI (III) SUNFUA

Vàng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không tan trong nước nguội. Bị thuỷ phân một phần trong không khí ẩm, hoàn toàn trong nước nóng. Bị axit phân huỷ, phản ứng với axit nitric, oxi. Điều chế, xem $604^6$, $605^5$.

$$M = 186{,}11;\quad d = 2{,}80;\quad t_{nc} = 1700°C.$$

1. $Sc_2S_3 + 6H_2O$ (ng') $= 2Sc(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$.
2. $Sc_2S_3 + 6HCl$ (loãng) $= 2ScCl_3 + 3H_2S\uparrow$



3. $Sc_2S_3 + 30HNO_3$ (đặc) $= 2Sc(NO_3)_3 + 24NO_2 + 3H_2SO_4 + 12H_2O$.

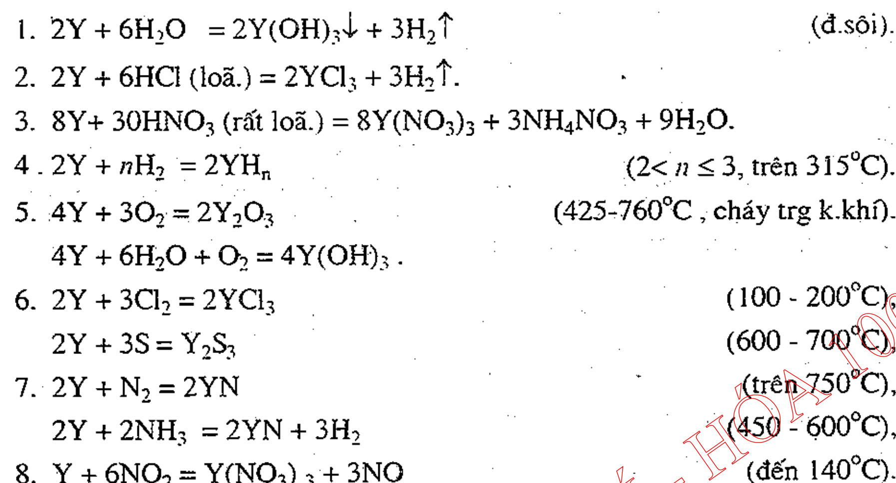
4. $3Sc_2S_3 + 15O_2 = 2Sc_2O_3 + Sc_2(SO_4)_3 + 6SO_2$ (350-425°C).

## YTRI

### 611. Y – YTRI

Kim loại trắng bạc (bột có màu xám), mềm, dẻo. Thuận từ. Phủ màng oxit trong không khí. Bị thụ động hoá trong nước nguội. Chất khử mạnh: phản ứng với nước sôi, axit loãng, khi đun nóng phản ứng với oxi, clo, lưu huỳnh, nitơ, amoniac. Điều chế, xem $616^{7,8}$.

$M = 88,906$; $d = 4,45$; $t_{nc} = 1528$ °C; $t_s = 3320$°C.

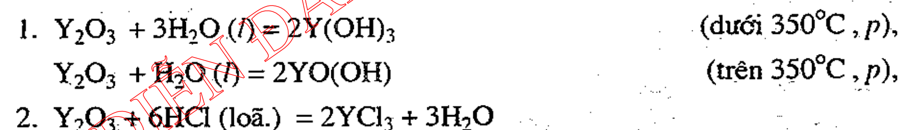


1. $2Y + 6H_2O = 2Y(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$ (đ.sôi).
2. $2Y + 6HCl$ (loã.) $= 2YCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $8Y + 30HNO_3$ (rất loã.) $= 8Y(NO_3)_3 + 3NH_4NO_3 + 9H_2O$.
4. $2Y + nH_2 = 2YH_n$ ($2 < n \le 3$, trên 315°C).
5. $4Y + 3O_2 = 2Y_2O_3$ (425-760°C, cháy trg k.khí).
   $4Y + 6H_2O + O_2 = 4Y(OH)_3$.
6. $2Y + 3Cl_2 = 2YCl_3$ (100 - 200°C),
   $2Y + 3S = Y_2S_3$ (600 - 700°C).
7. $2Y + N_2 = 2YN$ (trên 750°C),
   $2Y + 2NH_3 = 2YN + 3H_2$ (450 - 600°C),
8. $Y + 6NO_2 = Y(NO_3)_3 + 3NO$ (đến 140°C).

### 612. $Y_2O_3$ – YTRI (III) OXIT

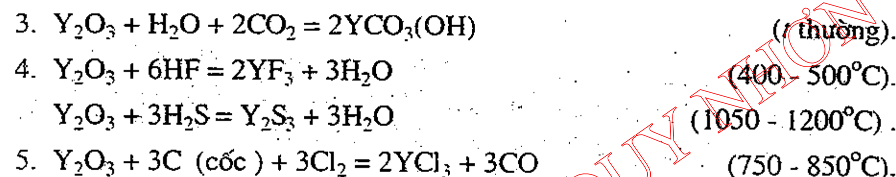
Trắng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Dạng đã nung thụ động hoá học: không phản ứng với nước, kiềm. Thể hiện tính bazơ: phản ứng với axit loãng. Hấp thụ $CO_2$ và hơi ẩm trong không khí. Điều chế, xem $611^1$, $613^1$, $614^1$, $615^1$.

$M = 225,81$; $d = 4,85$; $t_{nc} = 2430$°C; $t_s \approx 4300$°C.



1. $Y_2O_3 + 3H_2O\,(l) = 2Y(OH)_3$ (dưới 350°C, $p$),
   $Y_2O_3 + H_2O\,(l) = 2YO(OH)$ (trên 350°C, $p$),
2. $Y_2O_3 + 6HCl$ (loã.) $= 2YCl_3 + 3H_2O$



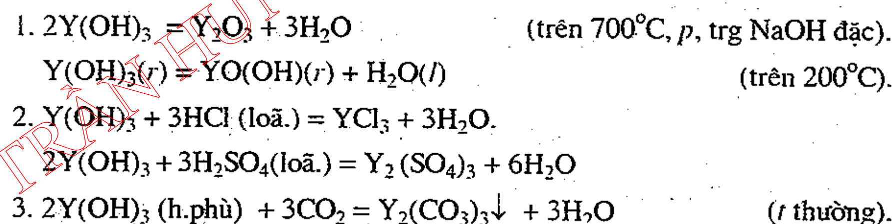


3. $Y_2O_3 + H_2O + 2CO_2 = 2YCO_3(OH)$ ($t$ thường).
4. $Y_2O_3 + 6HF = 2YF_3 + 3H_2O$ (400 - 500°C).
   $Y_2O_3 + 3H_2S = Y_2S_3 + 3H_2O$ (1050 - 1200°C).
5. $Y_2O_3 + 3C$ (cốc) $+ 3Cl_2 = 2YCl_3 + 3CO$ (750 - 850°C).

### 613. $Y(OH)_3$ – YTRI (III) HIĐROXIT

Trắng với sắc vàng, vô định hình, phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ, phản ứng với axit loãng. Hấp thụ $CO_2$ trong không khí. Điều chế, xem $611^{1,5}$, $612^1$, $614^{4,5}$, $615^{3,6}$.

$M = 139,93$; $pT_t^{25} = 24,50$;

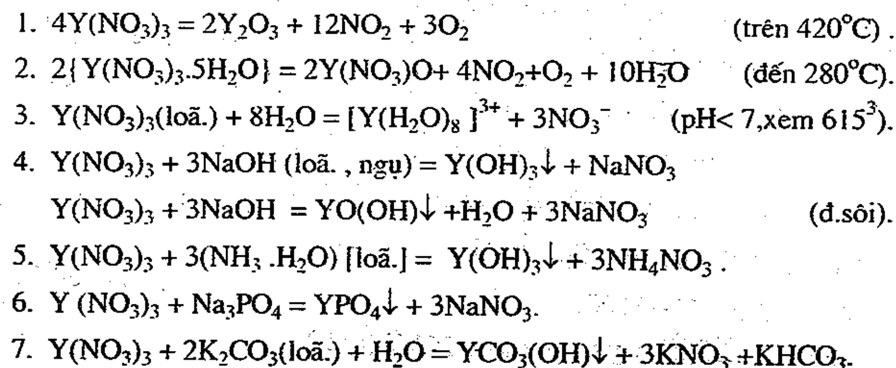


1. $2Y(OH)_3 = Y_2O_3 + 3H_2O$ (trên 700°C, $p$, trg NaOH đặc).
   $Y(OH)_3(r) = YO(OH)(r) + H_2O(l)$ (trên 200°C).
2. $Y(OH)_3 + 3HCl$ (loã.) $= YCl_3 + 3H_2O$.
   $2Y(OH)_3 + 3H_2SO_4$(loã.) $= Y_2(SO_4)_3 + 6H_2O$
3. $2Y(OH)_3$ (h.phù) $+ 3CO_2 = Y_2(CO_3)_3\downarrow + 3H_2O$ ($t$ thường).

### 614. $Y(NO)_3$ – YTRI (III) NITRAT

Trắng, chảy rữa trong không khí, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân ở cation), tan ít trong nước nóng, axit sunfuric. Phản ứng với hơi nước, kiềm, hiđrat amoniac. Điều chế, xem $613^2$.

$M = 274,92$; $d = 2,682$ (t.thể); $k_t = 96,7^{(22,5)}$.



1. $4Y(NO_3)_3 = 2Y_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$ (trên 420°C).
2. $2\{Y(NO_3)_3.5H_2O\} = 2Y(NO_3)O + 4NO_2 + O_2 + 10H_2O$ (đến 280°C).
3. $Y(NO_3)_3$(loã.) $+ 8H_2O = [Y(H_2O)_8]^{3+} + 3NO_3^-$ (pH< 7, xem $615^3$).
4. $Y(NO_3)_3 + 3NaOH$ (loã., ngu) $= Y(OH)_3\downarrow + NaNO_3$
   $Y(NO_3)_3 + 3NaOH = YO(OH)\downarrow + H_2O + 3NaNO_3$ (đ.sôi).
5. $Y(NO_3)_3 + 3(NH_3.H_2O)$ [loã.] $= Y(OH)_3\downarrow + 3NH_4NO_3$.
6. $Y(NO_3)_3 + Na_3PO_4 = YPO_4\downarrow + 3NaNO_3$.
7. $Y(NO_3)_3 + 2K_2CO_3$(loã.) $+ H_2O = YCO_3(OH)\downarrow + 3KNO_3 + KHCO_3$.

## 615. $Y_2(SO_4)_3$ – YTRI (III) SUNFAT

Trắng, phân huỷ khi đun nóng mạnh. Tan vừa phải trong nước nguội (bị thuỷ phân yếu ở cation) ít trong axit clohiđric đặc. Phản ứng với nước sôi, kiềm. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem $611^{2,6}$, $612^{2,5}$, $613^{2}$.

$M = 466{,}00$ ; $d = 2{,}52$ ; $k_t = 7{,}47^{(16)}$; $1{,}99^{(95)}$

1. $2Y_2(SO_4)_3 = Y_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2$ (900 - 1100°C).
2. $Y_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O = Y_2(SO_4)_3 + 8H_2O$ (120 - 400°C).
3. $Y_2(SO_4)_3$ (loã.) $+ 16H_2O = 2[Y(H_2O)_8]^{3+} + 3SO_4^{2-}$,
   $[Y(H_2O)_8]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Y(H_2O)_7(OH)]^{2+} + H_3O^+$ $pK_a = 9{,}08$.
4. $2Y_2(SO_4)_3 + 2H_2O$ (hơi) $= 4YSO_4(OH) + 2SO_2 + O_2$ (550-600°C).
5. $Y_2(SO_4)_3 + 6NaOH$ (loã., ngu.) $= 2Y(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$.
6. $Y_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)$ (loã.) $= 2Y(OH)_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$.

## 616. $YCl_3$ – YTRI(III) CLORUA

Trắng, chảy rữa trong không khí, nóng chảy không phân huỷ. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân yếu ở cation) ít trong axit clohiđric đặc. Phản ứng với nước sôi, kiềm. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem $611^{2,6}$, $612^{2,5}$, $613^{2}$.

$M = 195{,}27$; $d = 2{,}8$; $t_{nc} = 721°C$; $t_s = 1482°C$ ; $k_t = 75{,}2^{(20)}$; $78{,}1^{(80)}$.

1. $YCl_3 \cdot 6H_2O = Y(Cl)O + 2HCl + 5H_2O$ (150-270 °C).
2. $YCl_3$ (loã) $+ 8H_2O = [Y(H_2O)_8]^{3+} + 3Cl^-$ (pH < 7, xem $616^3$).
3. $YCl_3 + 2H_2O = YCl(OH)_2 + 2HCl$ (đ.sôi).
4. $YCl_3 + 3NaOH$ (loã., ngu.) $= Y(OH)_3\downarrow + 3NaCl$.
5. $YCl_3 + 3(NH_3.H_2O)$ (loã.) $= Y(OH)_3\downarrow + 3NH_4Cl$.
6. $YCl_3 + 3HF$ (đặc) $= YF_3\downarrow + 3HCl$.
7. $YCl_3 + 3Li = Y + 3LiCl$ (250 - 300°C)
8. $2YCl_3(l) \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Y\downarrow$ (catôt) $+ 2Cl_2\uparrow$ (anôt).



## 617. $Y_2S_3$ – YTRI(III) SUNFUA

Vàng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không tan trong nước nguội. Bị thuỷ phân một phần trong không khí ẩm, hoàn toàn trong nước nóng, không kết tủa từ dung dịch. Bị axit phân huỷ, phản ứng với axit nitric, oxi. Điều chế, xem $611^6$, $612^4$.

$M = 274{,}01$; $d = 3{,}87$; $t_{nc} = 1925°C$.

1. $Y_2S_3 + 6H_2O$ (ng') $= 2Y(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$.
2. $Y_2S_3 + 6HCl$ (loã.) $= 2YCl_3 + 3H_2S\uparrow$.
3. $Y_2S_3 + 30HNO_3$(đặc) $= 2Y(NO_3)_3 + 24NO_2 + 3H_2SO_4 + 12H_2O$.
4. $2Y_2S_3 + 9O_2 = 2Y_2O_3 + 6SO_2$ (trên 650°C).

## LANTANOIT

## 618. La – LANTAN

Kim loại trắng bạc (dạng bột màu đen), mềm dẻo, tự cháy. Thuận từ. Bị phủ màng oxit, hiđroxit trong không khí ẩm. Bị nước nguội thụ động hoá, không phản ứng với kiềm. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit loãng, khi đun nóng bị oxi, nitơ, clo, lưu huỳnh oxi hoá. Điều chế, xem $623^{8,9}$.

$M = 138{,}906$; $d = 6{,}126$ ; $t_{nc} = 920°C$ ; $t_s = 3450°C$ ;

1. $2La + 6H_2O$ (ng') $= 2La(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2La + 6HCl$(loã.) $= 2LaCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $8La + 30HNO_3$(rất loã.) $= 8La(NO_3)_3 + 3NH_4NO_3 + 9H_2O$.
4. $2La + nH_2 = 2LaH_n$ ($2 < n \le 3$, trên 250°C).
5. $4La + 3O_2 = 2La_2O_3$ (450°C, đốt trg k.khí).
6. $4La + 2H_2O + 3O_2 = 4LaO(OH)$.
7. $2La + 3Cl_2 = 2LaCl_3$ (trên 100°C),
   $2La + N_2 = 2LaN$ (750°C, đốt trg k.khí),
   $2La + 3S = La_2S_3$ (600 - 800°C),
8. $2La + 2NH_3 = 2LaN + 3H_2$
9. $2La + 3H_2S = 2La_2S_3 + 3H_2$ (600 - 650°C).
10. $La + 6NO_2 = La(NO_3)_3 + 3NO$ (đến 150°C).


11. $2La + M_2O_3 = La_2O_3 + 2M$ (1100-1200°C; M = Sm, Eu, Yb).

### 619. $La_2O_3$ – LANTAN (III) OXIT

Trắng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Có khả năng phản ứng, phản ứng với nước. Thể hiện tính bazơ: phản ứng với axit loãng. Hấp thụ $CO_2$ và hơi ẩm trong khí quyển. Điều chế, xem 618[5], 620[1], 622[1], 624[4].

$M = 325,81$ ; $d = 6,51$; $t_{nc} = 2280°C$ ; $t_s \approx 4200°C$

1. $La_2O_3 + 3H_2O\ (l) = 2La(OH)_3\downarrow$
2. $La_2O_3 + 6HCl$ (loã.) $= 2LaCl_3 + 3H_2O$
3. $La_2O_3 + H_2O + 2CO_2 = 2LaCO_3(OH)$ (*t* thường).
4. $La_2O_3 + 6HF = 2LaF_3 + 3H_2O$ (400-500°C).
   $La_2O_3 + 3H_2S + 3C$ (cốc) $= La_2S_3 + 3CO + 3H_2$ (1000°C).
5. $La_2O_3 + 3C$ (cốc) $+ 3Cl_2 = 2LaCl_3 + 3CO$ (800 - 900°C).

### 620. $La(OH)_3$ – LANTAN (III) HIĐROXIT

Trắng, vô định hình, phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ: phản ứng với axit loãng. Hấp thụ $CO_2$ trong không khí. Điều chế, xem 618[1], 621[4,5], 622[5], 623[4,5].

$M = 189,93$ ; $pT_t^{25} = 22,44$ ;

1. $2La(OH)_3 = La_2O_3 + 3H_2O$ (300 - 1100°C).
2. $La(OH)_3(r) = LaO(OH)(r) + H_2O(l)$ (trên 700°C, *p*, trg NaOH đặc).
3. $La(OH)_3 + 3HCl$ (loã.) $= LaCl_3 + 3H_2O$
4. $2La(OH)_3$ (h.phù) $+ 3CO_2 = La_2(CO_3)_3\downarrow + 3H_2O$ (*t* thường).

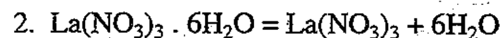
### 621. $La(NO_3)_3$ – LANTAN (III) NITRAT

Trắng, chảy rữa trong không khí, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit nitric. Phản ứng với axit sunfuric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 618[3,10].

$M = 324,92$; $k_t = 113,4^{(25)}$.

1. $4La(NO_3)_3 = 2La_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$ (780°C)




2. $La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O = La(NO_3)_3 + 6H_2O$
   (*t* thường, c.không, trên $H_2SO_4$),


   $2\{La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O\} = 2La(NO_3)O + 4NO_2 + O_2 + 12H_2O$
   (600- 780°C).
3. $La(NO_3)_3$ (loã) $+ 8H_2O = [La(H_2O)_8]^{3+} + 3NO_3^-$
   $[La(H_2O)_8]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [La(H_2O)_7(OH)]^{2+} + H_3O^+$ $pK_a = 10,70$.
4. $La(NO_3)_3 + 3NaOH$ (loã., ngụ.) $= La(OH)_3\downarrow + NaNO_3$
   $La(NO_3)_3 + 3NaOH = LaO(OH)\downarrow + H_2O + 3NaNO_3$ (đ.sôi).
5. $La(NO_3)_3 + 3(NH_3 \cdot H_2O) = La(OH)_3\downarrow + 3NH_4NO_3$ .
6. $2La(NO_3)_3$ (đặc) $+ 3H_2SO_4$ (đặc) $= 2La_2(SO_4)_3\downarrow + 6HNO_3$ .
7. $La(NO_3)_3 + Na_3PO_4 = LaPO_4\downarrow + 3NaNO_3$ .
8. $Y(NO_3)_3 + 2Na_2CO_3$(loã.) $+ H_2O = LaCO_3(OH)\downarrow + 3NaNO_3 + NaHCO_3$

### 622. $La_2(SO_4)_3$ – LANTAN SUNFAT

Trắng, phân huỷ không nóng chảy khi đun nóng mạnh. Tan ít trong nước (nhất là trong nước nóng), axit sunfuric loãng. Phản ứng với hơi nước, axit sunfuric đặc, kiềm. Điều chế, xem 621[6], 623[6].

$M = 566,00$ ; $d = 3,60$ ; $k_t = 2,14^{(25)}$; $0,96^{(75)}$

1. $2La_2(SO_4)_3 = 2La_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2$ (1150 - 1200°C) .
2. $La_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O = La_2(SO_4)_3 + 9H_2O$ (600°C).
3. $2La_2(SO_4)_3 + 2H_2O$(hơi) $= 4LaSO_4(OH) + 2SO_2 + O_2$ (500-650°C).
4. $La_2(SO_4)_3(r) + 3H_2SO_4$ (đặc) $= 2La(HSO_4)_3(dd)$ (20 - 45°C).
5. $La_2(SO_4)_3 + 6NaOH$ (loã.) $= 2La(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$ .

### 623. $LaCl_3$ – LANTAN (III) CLORUA

Trắng, chảy rữa trong không khí, nóng chảy không phân huỷ. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân yếu ở cation), axit clohiđric. Phản ứng với nước sôi, axit sunfuric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 618[2,7], 619[2,6], 620[3].

$M = 245,27$; $d = 3,842$; $t_{nc} = 862°C$ ; $t_s = 1710°C$ ;

$k_t = 97,2^{(25)}$; $170,3^{(92)}$.

1. $LaCl_3 . 7H_2O = La(Cl)O + 2HCl + 6H_2O$ (91 -400 °C).
2. $LaCl_3$ (loã.) + $8H_2O = [La(H_2O)_8]^{3+} + 3Cl^-$ (pH < 7 ,xem 621[3]).
3. $LaCl_3 + 2H_2O = LaCl(OH)_2 \downarrow + 2HCl$ (đ.sôi).
4. $LaCL_3$ + 3NaOH (loã., ngu.) = $La(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$.
5. $LaCl_3 + 3(NH_3 . H_2O)$ [loã.] = $La(OH)_3 \downarrow + 3NH_4Cl$.
6. $2LaCl_3$ (đặc) + $3H_2SO_4$ (đặc) = $La_2(SO_4)_3\downarrow + 6HCl$ .
7. $LaCl_3$ + 3HF (đặc) = $LaF_3\downarrow + 3HCl$
8. $2LaCl_3 + 3Ca = 2La + 3CaCl_2$ (750 - 850°C).
9. $2LaCl_3$ (*l*) $\xrightarrow{\text{điện phân}}$ 2La (catôt) +$3Cl_2\uparrow$(anôt)

**624. $La_2S_3$ – LANTAN SUNFUA**

Vàng-đỏ, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không tan trong nước nguội. Bị thuỷ phân một phần trong không khí ẩm, hoàn toàn trong nước nóng, không kết tủa từ dung dịch. Bị axit phân huỷ, phản ứng với axit nitric, oxi. Điều chế, xem 618[7,9], 619[5].

$M = 374,01$; $d = 4,911$; $t_{nc} = 2150°C$ ; $pT_t^{25} = 26,28$

1. $La_2S_3 + 6H_2O$ (ng') = $2La(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$ .
2. $La_2S_3$ + 6HCl (loã.) = $2LaCl_3 + 3H_2S\uparrow$
3. $La_2S_3 + 30HNO_3$ (đặc) = $2La(NO_3)_3 + 24NO_2 + 3H_2SO_4 + 12H_2O$ .
4. $2La_2S_3 + 9O_2 = 2La_2O_3 + 6SO_2$ (trên 700°C).

**625. Ce – XERI**

Kim loại trắng bạc (dạng bột màu đen) nặng, dẻo, thuận từ. Bị phủ màng oxit trong không khí ẩm. Không phản ứng với nước nguội, kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, hiđro, oxi, halogen. Điều chế, xem 627[5], 631[8,9].

$M = 140,115$; $d = 6,668$ ; $t_{nc} = 804°C$ ; $t_s = 3450°C$ ;

1. $2Ce + 6H_2O$ (ng') = $2Ce(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. 2Ce + 6HCl (loã.) = $2CeCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. Ce + $4HNO_3$ (loã.) = $Ce(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$.



4. $2Ce + nH_2 = 2CeH_n$ ($2< n \le 3$, 400 - 500°C) .
5. $Ce + O_2 = CeO_2$ (160 - 180°C ,đốt trg k.khí).
6. $2Ce + 3Cl_2 = 2CeCl_3$ (200°C) .
7. $2Ce + 3S = Ce_2S_3$ (400 - 600°C).
8. $2Ce + N_2 = 2CeN$ (450 - 500°C) .
9. $2Ce + 2C = CeC_2$ (1000°C).

**626. $Ce_2O_3$ – XERI(III) OXIT**

Vàng, nặng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không phản ứng với nước nguội, hấp thụ $CO_2$ và hơi ẩm trong không khí. Phản ứng với nước sôi. Thể hiện tính bazơ, tan được trong axit. Bị oxi oxi hoá. Điều chế, xem 627[5,6], 628[1], 629[6].

$M = 328,23$ ; $d = 6,86$ ; $t_{nc} = 2180°C$ ;

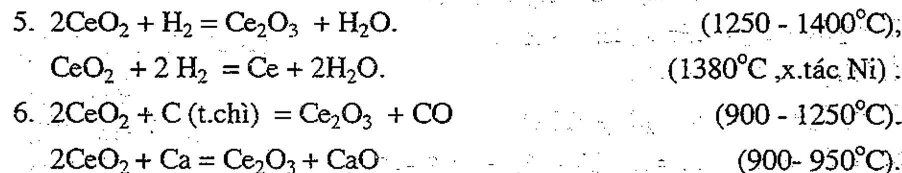
1. $Ce_2O_3 + 3H_2O = 2Ce(OH)_3\downarrow$ (đ.sôi).
2. $Ce_2O_3$ + 6HCl (loã.) = $2CeCl_3 + 3H_2O$ (*t* thường).
3. $Ce_2O_3 + 2CO_2 + H_2O = 2CeCO_3(OH)$ (*t* thường).
4. $2Ce_2O_3 + O_2 = 4CeO_2$ (400°C).

**627. $CeO_2$ – XERI(IV) OXIT**

Khoáng vật xerianit. Vàng nhạt, khó nóng chảy, không bay hơi, bền nhiệt. Không phản ứng với nước, kết tủa tinh thể hiđrat $CeO_2.nH_2O$ từ dung dịch kiềm. Dạng đã nung thụ động hoá học. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit sunfuric, axit nitric, với kiềm (khi thiêu kết). Chất oxi hoá: bị hiđro, cacbon, kim loại khử. Điều chế, xem 625[5], 626[4], 629[1], 630[1,3,5].

$M = 721,11$; $d = 7,132$ ; $t_{nc} = 2700°C(p)$; $pT_t^{25} = 22,04$

1. $2CeO_2$ + 8HCl (đặc) = $2CeCl_3 + Cl_2 + 4H_2O$ (đ.sôi),
   $2CeO_2$ + 6HCl (loã.) + $H_2O_2 = 2CeCl_3 + O_2\uparrow + 4H_2O$ (*t* thường).
2. $CeO_2 + 2H_2SO_4$ (đặc) = $Ce(SO_4)_2 + 2H_2O$ (đ.sôi),
   $4CeO_2 + 6H_2SO_4$(loã.) = $2Ce_2(SO_4)_3\downarrow + O_2 + 6H_2O$ (đ.sôi).
3. $CeO_2 + 3HNO_3$ (đặc) = $Ce(NO_3)_3OH + H_2O$ (đ.sôi).
4. $CeO_2$ + 2NaOH = $Na_2CeO_3 + H_2O$ (850- 900°C).


5. $2CeO_2 + H_2 = Ce_2O_3 + H_2O$. (1250 - 1400°C),

$CeO_2 + 2H_2 = Ce + 2H_2O$. (1380°C ,x.tác Ni) .

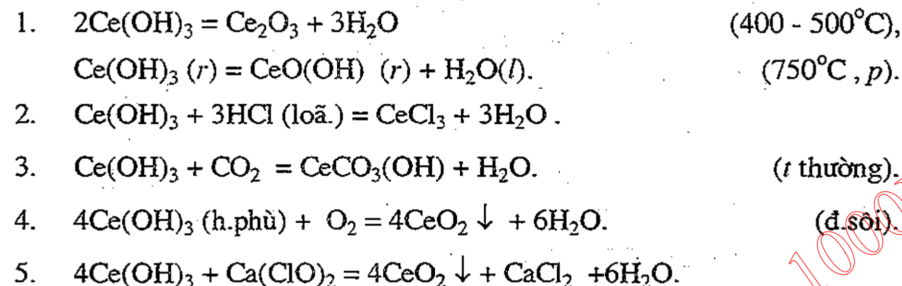
6. $2CeO_2 + C$ (t.chì) $= Ce_2O_3 + CO$ (900 - 1250°C).

$2CeO_2 + Ca = Ce_2O_3 + CaO$ (900- 950°C).

## 628. $Ce(OH)_3$ – XERI(III) HIĐROXIT

Trắng, vô định hình (có khả năng hấp phụ) hay tinh thể. Phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước, không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ, phản ứng với axit. Chất khử, bị oxi hoá. Hấp thụ $CO_2$ trong không khí. Điều chế, xem 625[1], 626[1], 629[5], 631[4].

$M = 191,14$ ; $pT_t^{25} = 21,19$.


1. $2Ce(OH)_3 = Ce_2O_3 + 3H_2O$ (400 - 500°C),

$Ce(OH)_3\ (r) = CeO(OH)\ (r) + H_2O(l)$. (750°C , *p*).

2. $Ce(OH)_3 + 3HCl$ (loã.) $= CeCl_3 + 3H_2O$ .

3. $Ce(OH)_3 + CO_2 = CeCO_3(OH) + H_2O$. (*t* thường).

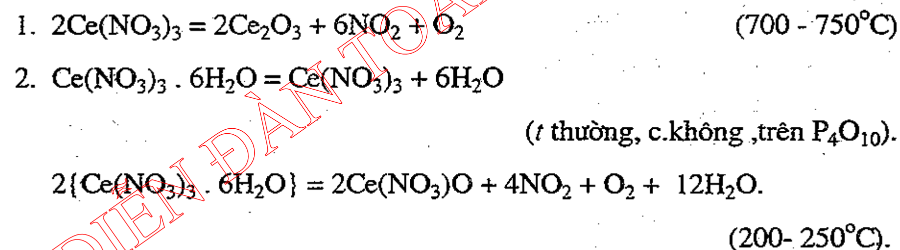
4. $4Ce(OH)_3$ (h.phù) $+ O_2 = 4CeO_2 \downarrow + 6H_2O$. (đ.sôi).

5. $4Ce(OH)_3 + Ca(ClO)_2 = 4CeO_2 \downarrow + CaCl_2 + 6H_2O$.

## 629. $Ce(NO_3)_3$ – XERI NITRAT

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit nitric. Bị kiềm phân huỷ. Chất khử. Điều chế, xem 625[3], 630[6].

$M = 326,13$; $k_t = 75,6^{(25)}$; $282,8^{(50)}$.


1. $2Ce(NO_3)_3 = 2Ce_2O_3 + 6NO_2 + O_2$ (700 - 750°C)

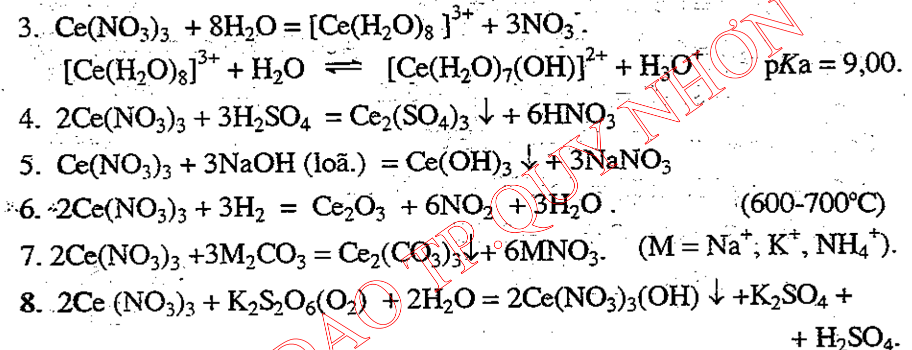
2. $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O = Ce(NO_3)_3 + 6H_2O$

(*t* thường, c.không ,trên $P_4O_{10}$).

$2\{Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O\} = 2Ce(NO_3)O + 4NO_2 + O_2 + 12H_2O$.

(200- 250°C).




3. $Ce(NO_3)_3 + 8H_2O = [Ce(H_2O)_8]^{3+} + 3NO_3^-$.

$[Ce(H_2O)_8]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Ce(H_2O)_7(OH)]^{2+} + H_3O^+$ $pKa = 9,00$.

4. $2Ce(NO_3)_3 + 3H_2SO_4 = Ce_2(SO_4)_3 \downarrow + 6HNO_3$

5. $Ce(NO_3)_3 + 3NaOH$ (loã.) $= Ce(OH)_3 \downarrow + 3NaNO_3$

6. $2Ce(NO_3)_3 + 3H_2 = Ce_2O_3 + 6NO_2 + 3H_2O$ . (600-700°C)

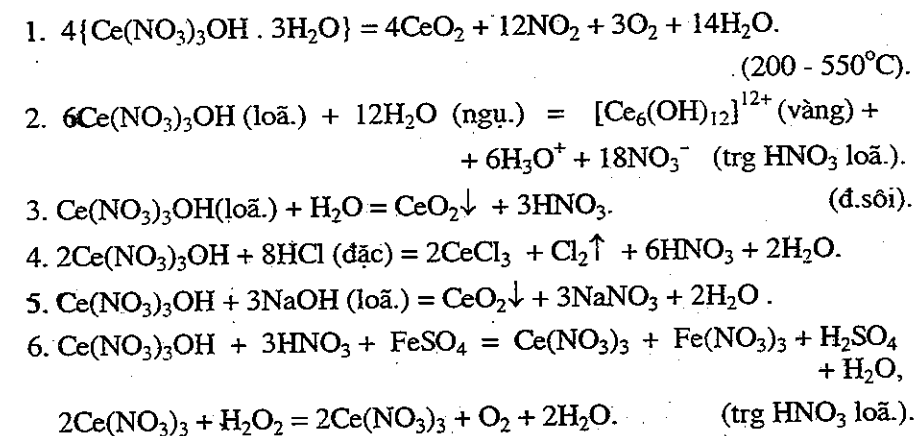
7. $2Ce(NO_3)_3 + 3M_2CO_3 = Ce_2(CO_3)_3\downarrow + 6MNO_3$. $(M = Na^+, K^+, NH_4^+)$.

8. $2Ce(NO_3)_3 + K_2S_2O_6(O_2) + 2H_2O = 2Ce(NO_3)_3(OH) \downarrow + K_2SO_4 + H_2SO_4$.

## 630. $Ce(NO_3)_3OH$ – XERI HIĐROXIT-TRINITRAT

Đỏ (tinh thể hiđrat), phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước nguội đã axit hoá, bị thuỷ phân hoàn toàn ở cation (không tạo kết tủa). Bị nước sôi, kiềm, axit clohiđric đặc phân huỷ. Chất oxi hoá mạnh trong dung dịch nước. Điều chế, xem 627[3].

$M = 343,13$.


1. $4\{Ce(NO_3)_3OH \cdot 3H_2O\} = 4CeO_2 + 12NO_2 + 3O_2 + 14H_2O$.

(200 - 550°C).

2. $6Ce(NO_3)_3OH$ (loã.) $+ 12H_2O$ (ngu.) $= [Ce_6(OH)_{12}]^{12+}$ (vàng) $+ 6H_3O^+ + 18NO_3^-$ (trg $HNO_3$ loã.).

3. $Ce(NO_3)_3OH$(loã.) $+ H_2O = CeO_2\downarrow + 3HNO_3$. (đ.sôi).

4. $2Ce(NO_3)_3OH + 8HCl$ (đặc) $= 2CeCl_3 + Cl_2\uparrow + 6HNO_3 + 2H_2O$.

5. $Ce(NO_3)_3OH + 3NaOH$ (loã.) $= CeO_2\downarrow + 3NaNO_3 + 2H_2O$ .

6. $Ce(NO_3)_3OH + 3HNO_3 + FeSO_4 = Ce(NO_3)_3 + Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + H_2O$,

$2Ce(NO_3)_3 + H_2O_2 = 2Ce(NO_3)_3 + O_2 + 2H_2O$. (trg $HNO_3$ loã.).

## 631. $CeCl_3$ – XERI(III) CLORUA

Trắng, nóng chảy và sôi không phân huỷ. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân ở cation), axit clohiđric. Bị nước sôi, kiềm phân huỷ. Điều chế, xem 625[2,6], 626[2], 628[2].

$M = 246,47$; $d = 3,97$ ; $t_{nc} = 822°C$ ; $t_s = 1650°C$ ;

1. $CeCl_3 . 7H_2O = Ce(Cl)O + 2HCl + 6H_2O$ (250°C).
$CeCl_3 . 7H_2O = CeCl_3 + 7H_2O$ (400°C, khi có mặt $NH_4Cl$)
2. $CeCl_3$ (loã.) $+ 8H_2O = [Ce(H_2O)_8]^{3+} + 3Cl^-$ (pH < 7, xem 629[3])
3. $CeCl_3 + 2H_2O = CeCl(OH)_2\downarrow + 2HCl$ (đ.sôi)
4. $CeCl_3 + 3NaOH$ (loã.) $= Ce(OH)_3\downarrow + 3NaCl$.
5. $CeCl_3 + 3HF$(loã.) $= CeF_3\downarrow + 3HCl$.
6. $2CeCl_3 + 3H_2S = Ce_2S_3 + 6HCl$. (720 - 750°C)
7. $CeCl_3 + 4F_2 = 2CeF_4 + 3Cl_2$ (400°C).
8. $2CeCl_3 + 3Ca = 2Ce + 3CaCl_2$ (550 - 650°C).
9. $2CeCl_3$ ($l$) $\xrightarrow{\text{điện phân}}$ 2Ce (catôt) $+3Cl_2$( (anôt)

**632. Pr – PRAZEOĐIM**

Kim loại màu trắng với sắc vàng, dẻo. Bị phủ màng oxit trong không khí. Bị thụ động hoá trong nước nguội, không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh, bị nước nóng oxi hoá, phản ứng với axit. Ion $Pr^{3+}$ có màu lục - vàng. Điều chế, xem 633[7], 637[7,8].

$M = 140{,}908$; $d = 6{,}70$; $t_{nc} > 931°C$; $t_s = 3510°C$.

1. $2Pr + 6H_2O$ (ng') $= 2Pr(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Pr + 6HCl$(loã.) $= 2PrCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $Pr + 6HNO_3$(đặc) $= Pr(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $12Pr + 11O_2 = 2Pr_6O_{11}$ (350°C, cháy trg k.khí).
5. $2Pr + 3Cl_2 = 2PrCl_3$ (300°C).
6. $2Pr + 3S = Pr_2S_3$(nâu thẫm), $Pr + 2S = PrS_2$ (nâu) (500-800°C).

**633. $Pr_2O_3$ – PRAZEOĐIM(III) OXIT**

Lục-vàng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không phản ứng với nước nguội, kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ: phản ứng với nước nóng, axit. Bị hiđro, canxi khử, bị oxi oxi hoá. Điều chế, xem 634[3].

$M = 329{,}81$; $d = 6{,}97$; $t_{nc} > 2000°C$; $t_s = 4300°C$.

1. $Pr_2O_3 + 3H_2O$(ng') $= 2Pr(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.



2. $Pr_2O_3 + 6HCl$ (loã.) $= 2PrCl_3 + 3H_2O$
3. $Pr_2O_3 + H_2 = 2PrO$ (đen) $+ H_2O$ (1400°C, x.tác $ThO_2$)
4. $3Pr_2O_3 + O_2 = Pr_6O_{11}$ (300°C, $p$)
5. $Pr_2O_3 + 3H_2S = Pr_2S_3 + 3H_2O$ (1300-1350°C).
6. $Pr_2O_3 + 6NH_4Cl = 2PrCl_3 + 6NH_3 + 3H_2O$ (300°C).
7. $Pr_2O_3 + 3Ca = 2Pr + 3CaO$ (1000-1100°C).

**634. $Pr_6O_{11}$ – HEXAPRAZEOĐIM UNĐECAOXIT**

Nâu-đen, bền nhiệt. Không phản ứng với nước, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit loãng phân huỷ, phản ứng với chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem 632[4], 633[4], 636[1].

$M = 1021{,}44$

1. $Pr_6O_{11} + 6HCl$ (loã.) $= 2PrCl_3 + 4PrO_2\downarrow + 3H_2O$.
2. $Pr_6O_{11} + 11H_2SO_4$(đặc) $= Pr_2(SO_4)_3 + 4Pr(SO_4)_2\downarrow + 11H_2O$ (đ.sôi).
3. $Pr_6O_{11} + 2H_2 = 3Pr_2O_3 + 2H_2O$ (500-700°C).
4. $2Pr_6O_{11} + O_2 = 12PrO_2$ (300-400°C, p, x.tác $Y_2O_3$).
5. $3Pr_6O_{11} + NaClO_3 = 18PrO_2 + NaCl$ (đến 250°C).
6. $Pr_6O_{11} + 12N_2O_5 + O_3 = 6Pr(NO_3)_4$ (70°C, trg nitrometan).

**635. $PrO_2$ – PRAZEOĐIM(IV) OXIT**

Nâu-đen, phân huỷ khi đun nóng vừa phải. Không phản ứng với nước, kiềm trong dung dịch, hiđrat amoniac. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, với kiềm khi thiêu kết. Điều chế, xem 634[1,4,5]

$M = 172{,}91$; $d = 6{,}82$.

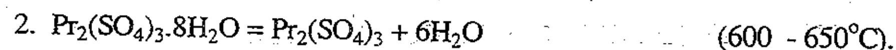
1. $12PrO_2 = 2Pr_6O_{11} + O_2$ (trên 400°C).
2. $PrO_2 + 2H_2SO_4$ (đặc) $= Pr(SO_4)_2\downarrow + 2H_2O$
3. $PrO_2 + 2NaOH = Na_2PrO_3 + H_2O$ (850 - 900°C).

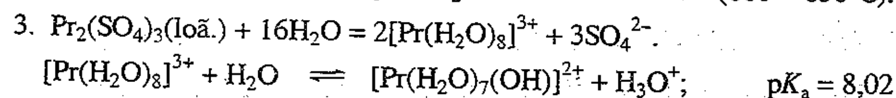
**636. $Pr_2(SO_4)_3$ – PRAZEOĐIM(III) SUNFAT**

Lục nhạt, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit sunfuric đặc. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Điều chế, xem 634[2].

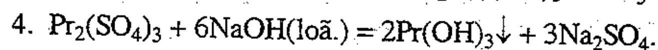
$M = 570{,}00$; $d = 3{,}726$; $k_t = 12{,}6^{(20)}, 3{,}5^{(80)}$.

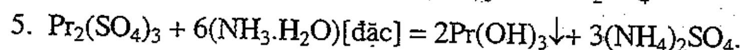
1. $6Pr_2(SO_4)_3 = 2Pr_6O_{11} + 18SO_2 + 7O_2$ (trên 850°C).


2. $Pr_2(SO_4)_3.8H_2O = Pr_2(SO_4)_3 + 6H_2O$ (600 - 650°C).


3. $Pr_2(SO_4)_3$(loã.) + $16H_2O = 2[Pr(H_2O)_8]^{3+} + 3SO_4^{2-}$.

$[Pr(H_2O)_8]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Pr(H_2O)_7(OH)]^{2+} + H_3O^+$; $pK_a = 8{,}02$


4. $Pr_2(SO_4)_3 + 6NaOH$(loã.) = $2Pr(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$.

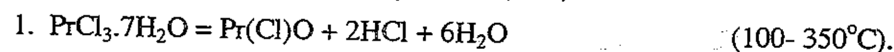

5. $Pr_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] = $2Pr(OH)_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$.

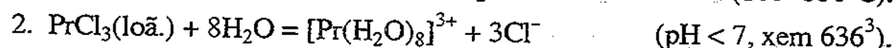
## 637. $PrCl_3$ – PRAZEOĐIM(III) CLORUA

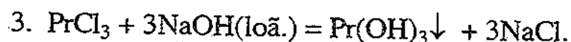
Lam-lục (tinh thể hiđrat có màu lục), nóng chảy không phân huỷ. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit clohiđric đặc. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị canxi khử và bị khử điện phân. Điều chế, xem 632[2,5], 633[2,6], 634[1].

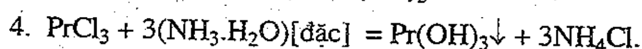
$M = 247{,}27$; $d = 4{,}02$; $t_{nc} = 786°C$; $t_s = 1630°C$;

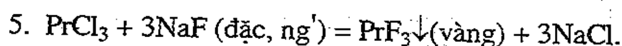
$k_t = 98{,}4^{(25)}$; $141{,}6^{(80)}$.

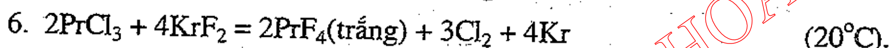

1. $PrCl_3.7H_2O = Pr(Cl)O + 2HCl + 6H_2O$ (100- 350°C).


2. $PrCl_3$(loã.) + $8H_2O = [Pr(H_2O)_8]^{3+} + 3Cl^-$ (pH < 7, xem 636[3]).

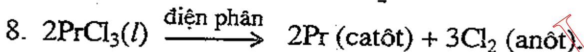

3. $PrCl_3 + 3NaOH$(loã.) = $Pr(OH)_3\downarrow + 3NaCl$.


4. $PrCl_3 + 3(NH_3.H_2O)$[đặc] = $Pr(OH)_3\downarrow + 3NH_4Cl$.


5. $PrCl_3 + 3NaF$ (đặc, ng') = $PrF_3\downarrow$(vàng) + $3NaCl$.


6. $2PrCl_3 + 4KrF_2 = 2PrF_4$(trắng) + $3Cl_2 + 4Kr$ (20°C).


7. $2PrCl_3 + 3Ca = 2Pr + 3CaCl_2$ (750 - 850°C).

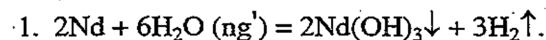

8. $2PrCl_3(l) \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Pr$ (catôt) + $3Cl_2$ (anôt).

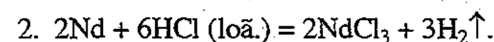
## 638. Nd – NEOĐIM

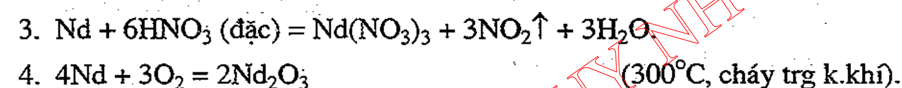
Kim loại màu trắng, dẻo. Bị phủ màng oxit hiđroxit. Bị thụ động hoá trong nước nguội, không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh. Ion $Nd^{3+}$ có màu hồng-tím. Hợp chất của neođim có tính chất hoá học giống hợp chất của lantan. Điều chế bằng cách dùng canxi khử $Nd_2O_3$ ở nhiệt độ cao hoặc điện phân dung dịch $NdCl_3$.

$M = 144{,}24$; $d = 7{,}01$; $t_{nc} = 1024°C$; $t_s = 3080°C$.

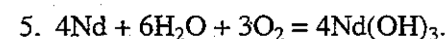



1. $2Nd + 6H_2O$ (ng') = $2Nd(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.


2. $2Nd + 6HCl$ (loã.) = $2NdCl_3 + 3H_2\uparrow$.


3. $Nd + 6HNO_3$ (đặc) = $Nd(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.


4. $4Nd + 3O_2 = 2Nd_2O_3$ (300°C, cháy trg k.khí).


5. $4Nd + 6H_2O + 3O_2 = 4Nd(OH)_3$.

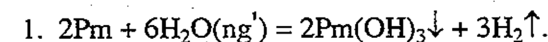

6. $2Nd + 3Cl_2 = 2NdCl_3$ (300°C).

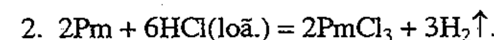

7. $2Nd + 3S = Nd_2S_3$(vàng thẫm) [500 - 800°C].

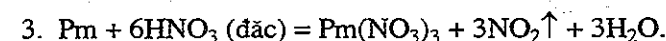
## 639. Pm – PROMETI

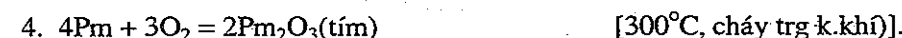
Kim loại trắng bạc, dẻo. Phóng xạ, đồng vị sống lâu nhất là $^{145}Pm$. Có khả năng phản ứng, phản ứng với oxi, bị phủ màng oxit - hiđroxit trong không khí ẩm. Không phản ứng với nước nguội, kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo. Ion $Pm^{3+}$ có màu hồng tươi. Những lượng miligam nhỏ prometi được tạo nên khi phân chia hạt nhân $^{235}U$ trong lò phản ứng hạt nhân. Tách được ở dạng $PmCl_3$. Điều chế bằng cách dùng canxi khử $PmCl_3$ khi đun nóng.

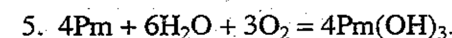
$M = 144{,}913$; $d = 7{,}26$; $t_{nc} = 1170°C$; $t_s \approx 3000°C$.

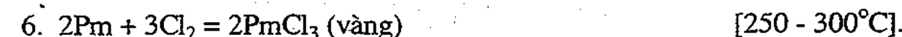

1. $2Pm + 6H_2O$(ng') = $2Pm(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.


2. $2Pm + 6HCl$(loã.) = $2PmCl_3 + 3H_2\uparrow$.


3. $Pm + 6HNO_3$ (đặc) = $Pm(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.


4. $4Pm + 3O_2 = 2Pm_2O_3$(tím) [300°C, cháy trg k.khí)].


5. $4Pm + 6H_2O + 3O_2 = 4Pm(OH)_3$.


6. $2Pm + 3Cl_2 = 2PmCl_3$ (vàng) [250 - 300°C].

## 640. Sm – SAMARI

Kim loại màu trắng, dẻo. Bị phủ màng oxit-hiđroxit trong không khí ẩm. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước, axit, flo, clo, lưu huỳnh. Ion $Sm^{2+}$ có màu đỏ da cam, ion $Sm^{3+}$ màu vàng - lục. Điều chế, xem 641[6], 643[1].

$M = 150{,}36$; $d = 7{,}47$; $t_{nc} = 1072°C$; $t_s \approx 1800°C$.


1. $2Sm + 6H_2O = 2Sm(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$ (t thường).

2. $2Sm + 6HCl$ (loã.) $= 2SmCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $Sm + 6HNO_3$ (đặc) $= Sm(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $4Sm + 3O_2 = 2Sm_2O_3$ (300°C, cháy trg k.khí),
5. $4Sm + 6H_2O + 3O_2 = 4Sm(OH)_3$.
6. $2Sm + 3Cl_2 = 2SmCl_3$ (300°C).
7. $2Sm + 3S = Sm_2S_3$(vàng- hồng) [500 - 800°C].

### 641. $Sm_2O_3$ – SAMARI(III) OXIT

Vàng nhạt, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không phản ứng với nước nguội, kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ: phản ứng với nước nóng, axit, oxit axit. Bị lantan khử. Điều chế, xem 640[4], 642[1].

$M = 348{,}72$; $d = 8{,}347$; $t_{nc} = 2270$°C.

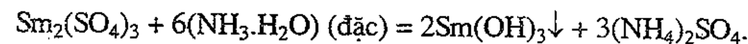
1. $Sm_2O_3 + 3H_2O(ng') = 2Sm(OH)_3\downarrow$.
2. $Sm_2O_3 + 6HCl$(loã.) $= 2SmCl_3 + 3H_2O$.
3. $Sm_2O_3 + 3H_2SO_4$(đặc) $= Sm_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ (đ.sôi).
4. $Sm_2O_3 + 6HF$(đặc) $= 2SmF_3\downarrow + 3H_2O$,
   $Sm_2O_3 + 3H_2S = Sm_2S_3 + 3H_2O$ (1200 - 1300°C).
5. $2Sm_2O_3 + 3CCl_4 = 4SmCl_3 + 3CO_2$ (500 - 700°C).
6. $Sm_2O_3 + 2La = La_2O_3 + 2Sm$ (1100 - 1200°C).

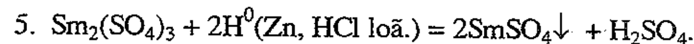
### 642. $Sm_2(SO_4)_3$ – SAMARI(III) SUNFAT

Vàng nhạt, phân huỷ khi đun nóng. Tan vừa phải trong nước (bị thuỷ phân yếu ở cation), trong axit sunfuric đặc. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị hiđro nguyên tử khử. Điều chế, xem 641[3].

$M = 588{,}91$; $d = 2{,}93$(t.thể); $k_t = 2{,}67^{(20)}$; $1{,}99^{(40)}$.

1. $2Sm_2(SO_4)_3 = 2Sm_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2$ (trên 900°C).
2. $Sm_2(SO_4)_3.8H_2O = Sm_2(SO_4)_3 + 8H_2O$ (450°C).
3. $Sm_2(SO_4)_3$(loã.) $+ 16H_2O = 2[Sm(H_2O)_8]^{3+} + 3SO_4^{2-}$.
   $[Sm(H_2O)_8]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Sm(OH)_7(OH)]^{2+} + H_3O^+$; $pK_a = 7{,}81$.
4. $Sm_2(SO_4)_3 + 6NaOH$(loã.) $= 2Sm(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$,


   $Sm_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)$ (đặc) $= 2Sm(OH)_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$.


5. $Sm_2(SO_4)_3 + 2H^0$(Zn, HCl loã.) $= 2SmSO_4\downarrow + H_2SO_4$.

### 643. $SmCl_2$ – SAMARI(II) CLORUA

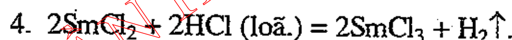
Nâu-đỏ, nóng chảy không phân huỷ, phân huỷ khi đun nóng mạnh: tan trong nước nguội (không bị thuỷ phân), trong axit clohiđric đặc (khi không có oxi). Chất khử mạnh: bị nước nóng, oxi tan trong nước, axit loãng oxi hoá. Điều chế, xem 644[1,5].

$M = 221{,}27$; $d = 4{,}56$; $t_{nc} = 859$°C; $t_s = 1950$°C.

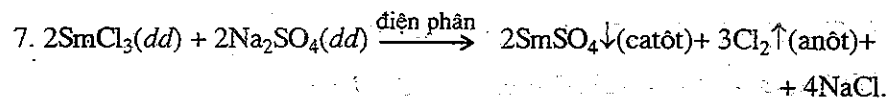
1. $3SmCl_2 = 2SmCl_3 + Sm$ (trên 1000°C, c.không).
2. $6SmCl_2 + 6H_2O(ng') = 2Sm(OH)_3\downarrow + 4SmCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $SmCl_2$ (loã.) $+ nH_2O$(ngu.) $= [Sm(H_2O)_n]^{2+} + 2Cl^-$,
   $4[Sm(H_2O)_n]^{2+} + O_2 = 3[Sm(H_2O)_8]^{3+} + OH^- + Sm(OH)_3\downarrow +$
   $+ (4n-26)H_2O$.
4. $2SmCl_2 + 2HCl$ (loã.) $= 2SmCl_3 + H_2\uparrow$.

### 644. $SmCl_3$ – SAMARI(III) CLORUA

Vàng (tinh thể hiđrat có màu lục-vàng), nóng chảy không phân huỷ. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation) axit clohiđric đặc, axit nitric đặc. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị hiđro, samari khử và bị khử điện phân. Điều chế, xem 640[2,6], 641[2,5], 643[1,4].


$M = 256{,}72$; $d = 4{,}46$; $t_{nc} = 678$°C; $k_t = 93{,}4^{(20)}$; $99{,}9^{(50)}$.

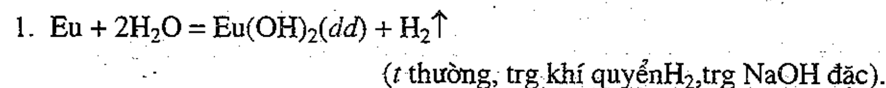
1. $2SmCl_3 = 2SmCl_2 + Cl_2$ (1300°C).
2. $SmCl_3.6H_2O = SmCl_3 + 6H_2O$ (trên 110°C, khi có mặt $NH_4Cl$).
3. $SmCl_3$(loã.) $+ 8H_2O = [Sm(H_2O)_8]^{3+} + 3Cl^-$ (pH < 7, xem 642[3]).
4. $SmCl_3 + 3NaOH$(loã.) $= Sm(OH)_3\downarrow + 3NaCl$,
   $SmCl_3 + 3(NH_3.H_2O)$ (đặc) $= Sm(OH)_3\downarrow + 3NH_4Cl$.
5. $2SmCl_3 + H_2 = 2SmCl_2 + 2HCl$ (300°C),
   $2SmCl_3 + Sm = 3SmCl_2$ (800°C, khí quyển Ar).
6. $SmCl_3 + 3NaF$(đặc) $= SmF_3\downarrow + 3NaCl$.

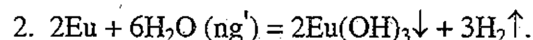

7. $2SmCl_3(dd) + 2Na_2SO_4(dd) \xrightarrow{\text{điện phân}} 2SmSO_4\downarrow(\text{catôt}) + 3Cl_2\uparrow(\text{anôt}) + 4NaCl$.

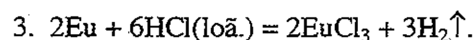
### 645. Eu – EUROPI

Kim loại trắng, dẻo bị phủ màng oxit-hiđroxit trong không khí ẩm. Bị thụ động hoá trong nước nguội, phản ứng với nước trong môi trường kiềm. Chất khử mạnh: bị nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh oxi hoá. Ion $Eu^{2+}$ có màu vàng nhạt (gần như không màu), ion $Eu^{3+}$ có màu hồng nhạt (gần như không màu). Điều chế, xem 647[7].

$M = 151{,}965$; $d = 5{,}244$; $t_{nc} = 826°C$; $t_s = 1440°C$.

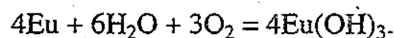

1. $Eu + 2H_2O = Eu(OH)_2(dd) + H_2\uparrow$
   ($t$ thường, trg khí quyển $H_2$, trg NaOH đặc).


2. $2Eu + 6H_2O\ (ng') = 2Eu(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.


3. $2Eu + 6HCl(loã.) = 2EuCl_3 + 3H_2\uparrow$.


4. $Eu + 6HNO_3(đặc) = Eu(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$.


5. $4Eu + 3O_2 = 2Eu_2O_3$ (300°C, cháy trg k.khí),


   $4Eu + 6H_2O + 3O_2 = 4Eu(OH)_3$.


6. $2Eu + 3Cl_2 = 2EuCl_3$ (300°C).

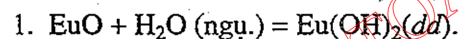

7. $2Eu + 3S = Eu_2S_3$ (trắng) [500°C],

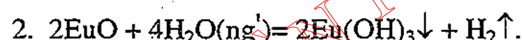

   $Eu + Eu_2S_3 = 3EuS$ (nâu, tím) [600 - 1100°C].

### 646. EuO – EUROPI(II) OXIT

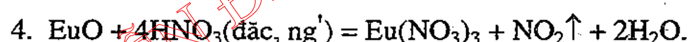
Đỏ thẫm (dạng bột có màu nâu), khó nóng chảy, bay hơi (trong chân không). Thể hiện tính bazơ: phản ứng với nước nguội, axit không phải chất oxi hoá. Bị nước nóng, axit nitric oxi hoá. Điều chế, xem 647[5].

$M = 167{,}95$; $d = 8{,}2$; $t_{nc} = 1700°C$.


1. $EuO + H_2O\ (ngu.) = Eu(OH)_2(dd)$.


2. $2EuO + 4H_2O(ng') = 2Eu(OH)_3\downarrow + H_2\uparrow$.


3. $EuO + 2hcl(loã., ngu.) = EuCl_2 + H_2O$.

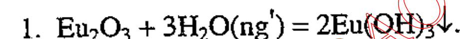

4. $EuO + 4HNO_3(đặc, ng') = Eu(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 2H_2O$.



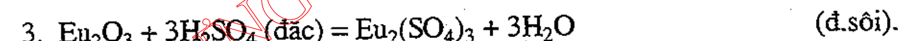
### 647. $Eu_2O_3$ – EUROPI(III) OXIT

Hồng nhạt (gần như trắng), khó nóng chảy, bền nhiệt. Không phản ứng với nước nguội, kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ: phản ứng với nước nóng, axit. Bị cacbon, europi, lantan, hiđro nguyên tử khử. Điều chế, xem 645[5], 648[1].

$M = 351{,}93$; $d = 6{,}55$; $t_{nc} > 2200°C$.

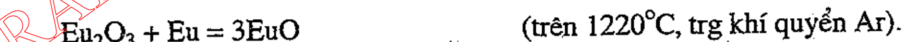

1. $Eu_2O_3 + 3H_2O(ng') = 2Eu(OH)_3\downarrow$.

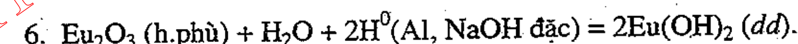

2. $Eu_2O_3 + 6HCl(loã.) = 2EuCl_3 + 3H_2O$.


3. $Eu_2O_3 + 3H_2SO_4\ (đặc) = Eu_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ (đ.sôi).


4. $Eu_2O_3 + 3H_2S = Eu_2S_3 + 3H_2O$ (500°C).


5. $Eu_2O_3 + C(t.chì) = 2EuO + CO$ (1300°C),


   $Eu_2O_3 + Eu = 3EuO$ (trên 1220°C, trg khí quyển Ar).

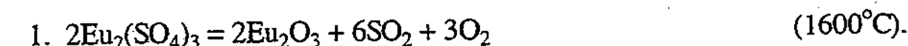

6. $Eu_2O_3$ (h.phủ) $+ H_2O + 2H^0(Al, NaOH\ đặc) = 2Eu(OH)_2\ (dd)$.

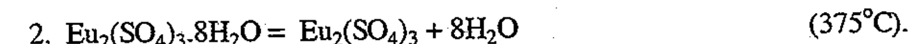

7. $Eu_2O_3 + 2La = La_2O_3 + 2Eu$ (1200°C).

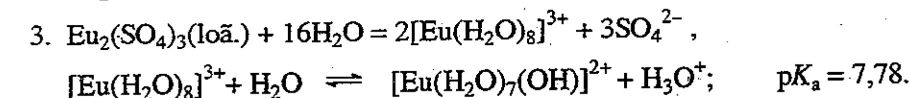
### 648. $Eu_2(SO_4)_3$ – EUROPI(III) SUNFAT

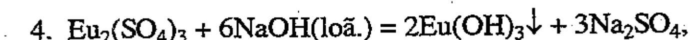
Trắng (tinh thể hiđrat có màu hồng nhạt), phân huỷ khi nung. Tan vừa phải trong nước (bị thuỷ phân yếu ở cation), axit sunfuric đặc. Phản ứng với kiềm hiđrat amoniac. Bị hiđro nguyên tử khử. Điều chế, xem 647[3].

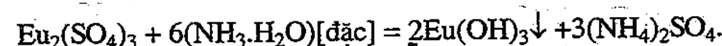
$M = 592{,}12$; $d = 4{,}95$; $k_t = 2{,}1^{(20)}$; $1{,}54^{(40)}$.

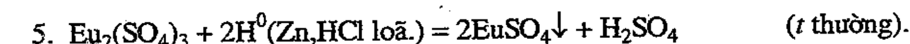

1. $2Eu_2(SO_4)_3 = 2Eu_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2$ (1600°C).


2. $Eu_2(SO_4)_3{\cdot}8H_2O = Eu_2(SO_4)_3 + 8H_2O$ (375°C).


3. $Eu_2(SO_4)_3(loã.) + 16H_2O = 2[Eu(H_2O)_8]^{3+} + 3SO_4^{2-}$,
   $[Eu(H_2O)_8]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Eu(H_2O)_7(OH)]^{2+} + H_3O^+$; $pK_a = 7{,}78$.


4. $Eu_2(SO_4)_3 + 6NaOH(loã.) = 2Eu(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$,


   $Eu_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)[đặc] = 2Eu(OH)_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$.


5. $Eu_2(SO_4)_3 + 2H^0(Zn, HCl\ loã.) = 2EuSO_4\downarrow + H_2SO_4$ ($t$ thường).

## 649. $EuCl_2$ – EUROPI(II) CLORUA

Trắng, nóng chảy không phân huỷ, phân huỷ khi đun nóng mạnh. Tan nhiều trong nước nguội (không bị thuỷ phân) và axit clohiđric đặc (khi không có oxi). Chất khử nhẹ, phản ứng với nước nóng, axit loãng. Bị $O_2$ tan trong nước oxi hoá chậm. Điều chế, xem 646[3], 650[6,7].

$M = 222,87$; $d = 4,88$; $t_{nc} = 854°C$; $t_s = 2060°C$.

1. $3EuCl_2 = 2EuCl_3 + Eu$ (trên 1000°C, c.không).
2. $EuCl_2.2H_2O \xrightarrow{t} EuCl_2 + 2H_2O$ (300°C, trg luồng HCl).
3. $6EuCl_2 + 6H_2O(ng') = 2Eu(OH)_3\downarrow + 4EuCl_3 + 3H_2\uparrow$.
4. $EuCl_2(loã.) + nH_2O(ngu.) = [Eu(H_2O)_n]^{2+} + 2Cl^-$,
   $4[Eu(H_2O)_n]^{2+} + O_2 = 3[Eu(H_2O)_8]^{3+} + OH^- + Eu(OH)_3\downarrow + (4n-26)H_2O$.
5. $2EuCl_2 + 2hcl(loã., ng') = 2EuCl_3 + H_2\uparrow$.
6. $EuCl_2 + 2NaF$ (đặc, ng') $= EuF_2\downarrow + 2NaCl$,
   $EuCl_2 + Na_2S$(b.hoà, ngu.) $= EuS\downarrow + 2NaCl$.
7. $EuCl_2 + Na_2CO_3$(đặc) $= EuCO_3\downarrow + 2NaCl$.

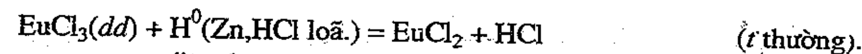
## 650. $EuCl_3$ – EUROPI(III) CLORUA

Vàng nhạt (tinh thể hiđrat có màu trắng), phân huỷ khi nóng chảy. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), trong axit clohiđric đặc. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị hiđro khử và bị khử điện phân. Điều chế, xem 645[3,6], 647[2], 649[5].

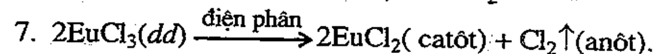
$M = 258,32$; $d = 4,89$; $t_{nc} = 626°C$ (phân huỷ)

1. $EuCl_3 = 2EuCl_2 + Cl_2$ (700 - 1400°C).
2. $EuCl_3 .6H_2O = EuCl_3 + 6H_2O$ (400°C, khi có mặt $NH_4Cl$).
3. $EuCl_3(loã.) + 8H_2O = [Eu(H_2O)_8]^{3+} + 3Cl^-$ (pH < 7, xem 648[3]).
4. $EuCl_3 + 3NaOH(loã.) = Eu(OH)_3\downarrow + 3NaCl$,
   $EuCl_3 + 3(NH_3.H_2O)$(đặc) $= Eu(OH)_3\downarrow + 3NH_4Cl$.
5. $EuCl_3 + 3NaF = EuF_3\downarrow + 3NaCl$.
6. $2EuCl_3 + H_2 = 2EuCl_2 + 2HCl$. (270°C).

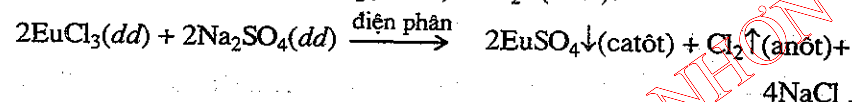




$EuCl_3(dd) + H^0(Zn,HCl\ loã.) = EuCl_2 + HCl$ (t thường).



7. $2EuCl_3(dd) \xrightarrow{\text{điện phân}} 2EuCl_2$( catôt) $+ Cl_2\uparrow$(anôt).



$2EuCl_3(dd) + 2Na_2SO_4(dd) \xrightarrow{\text{điện phân}} 2EuSO_4\downarrow$(catôt) $+ Cl_2\uparrow$(anôt)$+ 4NaCl$.

## 651. Gd – GAĐOLINI

Kim loại trắng, mềm, dẻo. Trong không khí ẩm bị phủ màng oxit-hiđroxit. Bị thụ động hoá trong nước nguội: không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh. Ion $Gd^{3+}$ không màu. Hợp chất của gađolini có tính chất hoá học giống hợp chất của lantan. Điều chế bằng cách dùng canxi khử $Gd_2O_3$ ở nhiệt độ cao hoặc điện phân dung dịch $GdCl_3$.

$M = 157,25$; $d = 7,886$; $t_{nc} = 1312°C$; $t_s = 3272°C$.

1. $2Gd + 6H_2O(ng') = 2Gd(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Gd + 6HCl(loã.) = 2GdCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $Gd + 6HNO_3$(đặc) $= Gd(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $4Gd + 3O_2 = 2Gd_2O_3$ (300°C, cháy trg k.khí).
   $4Gd + 6H_2O + 3O_2 = 4Gd(OH)_3$.
5. $2Gd + 3Cl_2 = 2GdCl_3$ (300°C).
6. $2Gd + 3S = Gd_2S_3$(vàng) [500 - 800°C].

## 652. Tb – TECBI

Kim loại màu trắng, mềm, dẻo. Bị phủ màng oxit trong không khí. Không phản ứng với nước nguội, kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh. Ion $Tb^{3+}$ có màu hồng nhạt (gần như không màu). Hợp chất của tecbi có tính chất hoá học giống hợp chất của lantan. Điều chế bằng cách dùng canxi khử $Tb_2O_3$ ở nhiệt độ cao hoặc điện phân dung dịch $TbCl_3$.

$M = 158,925$; $d = 8,234$; $t_{nc} = 1356°C$; $t_s = 3073°C$.

1. $2Tb + 6H_2O(ng') = 2Tb(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Tb + 6HCl(loã.) = 2TbCl_3 + 3H_2\uparrow$.

3. $Tb + 6HNO_3$(đặc) = $Tb(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $8Tb + 7O_2 = 2Tb_4O_7$ (350°C, cháy trg k.khí).
   $Tb_4O_7 + H_2 = 2Tb_2O_3 + H_2O$ (400 - 500°C).
5. $2Tb + 3Cl_2 = 2TbCl_3$ (300°C).
6. $2Tb + 3S = Tb_2S_3$(vàng thẫm) [500 - 800°C].

**653. Dy – DYSPROZI**

Kim loại màu trắng, mềm, dẻo. Bị phủ màng oxit-hiđroxit trong không khí ẩm. Bị thụ động hoá trong nước nguội. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh. Ion $Dy^{3+}$ có màu vàng nhạt với sắc lục. Hợp chất của dysprozi có tính chất hoá học giống hợp chất của lantan. Điều chế bằng cách dùng canxi khử $Dy_2O_3$ ở nhiệt độ cao hoặc điện phân dung dịch $DyCl_3$.

$M = 162,50$; $d = 8,559$; $t_{nc} = 1409°C$; $t_S = 2587°C$.

1. $2Dy + 6H_2O(ng') = 2Dy(OH)_3\uparrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Dy + 6HCl$(loã.) = $2DyCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $Dy + 6HNO_3$(đặc) = $Dy(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $4Dy + 3O_2 = 2Dy_2O_3$ (300°C, cháy trg k.khí).
   $4Dy + 6H_2O + 3O_2 = 4Dy(OH)_3$.
5. $2Dy + 3Cl_2 = 2DyCl_3$ (300°C).
6. $2Dy + 3S = Dy_2S_3$(vàng) [500 - 800°C].

**654. Ho – HONMI**

Kim loại màu trắng, mềm, dẻo. Bị phủ màng oxit-hiđroxit trong không khí ẩm. Bị thụ động hoá trong nước nguội: không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh. Ion $Ho^{3+}$ có màu vàng. Hợp chất của honmi có tính chất hoá học giống hợp chất của lantan. Điều chế bằng cách dùng canxi khử $Ho_2O_3$ ở nhiệt độ cao hoặc điện phân dung dịch $HoCl_3$.

$M = 164,930$; $d = 8,799$; $t_{nc} = 1470°C$; $t_S = 2707°C$.

1. $2Ho + 6H_2O(ng') = 2Ho(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.



2. $2Ho + 6HCl$(loã.) = $2HoCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $Ho + 6HNO_3$(đặc) = $Ho(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $4Ho + 3O_2 = 2Ho_2O_3$ (300°C, cháy trg k.khí),
   $4Ho + 6H_2O + 3O_2 = 4Ho(OH)_3$.
5. $2Ho + 3Cl_2 = 2HoCl_3$ (300°C).
6. $2Ho + 3S = Ho_2S_3$(nâu) [500 - 800°C].

**655. Er – ECBI**

Kim loại màu trắng, mềm, dẻo. Bị phủ màng oxit-hiđroxit trong không khí ẩm. Bị thụ động hoá trong nước nguội: không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh. Ion $Er^{3+}$ có màu hồng tươi. Hợp chất của ecbi có tính chất hoá học giống hợp chất của lantan. Điều chế bằng cách dùng canxi khử $Er_2O_3$ ở nhiệt độ cao hoặc điện phân dung dịch $ErCl_3$.

$M = 167,26$; $d = 9,062$; $t_{nc} = 1552°C$; $t_S = 2857°C$.

1. $2Er + 6H_2O(ng') = 2Er(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Er + 6HCl$(loã.) = $2ErCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $Er + 6HNO_3$(đặc) = $Er(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $4Er + 3O_2 = 2Er_2O_3$ (300°C, cháy trg k.khí),
   $4Er + 6H_2O + 3O_2 = 4Er(OH)_3$.
5. $2Er + 3Cl_2 = 2ErCl_3$ (300°C).
6. $2Er + 3S = Er_2S_3$(vàng - nâu) [500 - 800°C].

**656. Tm – TULI**

Kim loại màu trắng, mềm, dẻo. Bị phủ màng oxit-hiđroxit trong không khí ẩm. Bị thụ động hoá trong nước lạnh: không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh. Ion $Tm^{3+}$ có màu lục nhạt. Hợp chất của tuli có tính chất hoá học giống hợp chất của lantan. Điều chế bằng cách dùng lantan khử $Tm_2O_3$ ở nhiệt độ cao.

$M = 168,934$; $d = 9,332$; $t_{nc} = 1545°C$; $t_S = 1947°C$.

1. $2Tm + 6H_2O(ng') = 2Tm(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Tm + 6HCl(loã.) = 2TmCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $Tm + 6HNO_3(đặc) = Tm(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $4Tm + 3O_2 = 2Tm_2O_3$ (300°C, cháy trg k.khí),
   $4Tm + 6H_2O + 3O_2 = 4Tm(OH)_3$.
5. $2Tm + 3Cl_2 = 2TmCl_3$ (300°C).
6. $2Tm + 3S = Tm_2S_3$(vàng - nâu) [500 - 800°C].

### 657. Yb – YTECBI

Kim loại màu trắng, mềm, dẻo. Bị phủ màng oxit-hiđroxit trong không khí ẩm. Bị thụ động hoá trong nước lạnh: không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh. Ion $Yb^{2+}$ có màu lục-vàng, ion $Yb^{3+}$ không có màu. Điều chế xem 658[4].

$M = 173{,}04$; $d = 6{,}760$; $t_{nc} = 824°C$; $t_s = 1211°C$.

1. $2Yb + 6H_2O(ng') = 2Yb(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Yb + 6HCl(loã.) = 2YbCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $Yb + 6HNO_3(đặc) = Yb(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $4Yb + 3O_2 = 2Yb_2O_3$ (400°C, cháy trg k.khí),
   $4Yb + 6H_2O + 3O_2 = 4Yb(OH)_3$.
5. $2Yb + 3Cl_2 = 2YbCl_3$ (300°C).
6. $2Yb + 3S = Yb_2S_3$(vàng) [500 - 800°C].

### 658. $Yb_2O_3$ – YTECBI(III) OXIT

Trắng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không phản ứng với nước nguội, kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ: phản ứng với nước nóng, axit. Bị lantan khử. Điều chế xem 657[4], 659[1].

$M = 394{,}08$; $d = 9{,}175$; $t_{nc} = 2430°C$; $t_s \approx 4300°C$.

1. $Yb_2O_3 + 3H_2O(ng') = 2Yb(OH)_3\downarrow$.
2. $Yb_2O_3 + 6HCl(loã.) = 2YbCl_3 + 3H_2O$.
3. $Yb_2O_3 + 3H_2SO_4(đặc) = Yb_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ (đ.sôi).
4. $Yb_2O_3 + 2La = 2Yb + La_2O_3$ (1100 - 1200°C).

### 659. $Yb_2(SO_4)_3$ – YTECBI(III) SUNFAT

Trắng, phân huỷ khi nung. Tan vừa phải trong nước (bị thuỷ phân yếu ở cation). Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị hiđro nguyên tử khử. Điều chế xem 658[3].

$M = 634{,}27$; $d = 3{,}793$; $k_t = 38{,}4^{(20)}, 6{,}92^{(80)}$.

1. $2Yb_2(SO_4)_3 = 2Yb_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2$ (900°C).
2. $Yb_2(SO_4)_3.8H_2O = Yb_2(SO_4)_3 + 8H_2O$ (600°C).
3. $Yb_2(SO_4)_3(loã.) + 16H_2O = 2[Yb(H_2O)_8]^{3+} + 3SO_4^{2-}$
   $[Yb(H_2O)_8]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Yb(H_2O)_7(OH)]^{2+} + H_3O^+$; $pK_a = 7{,}37$.
4. $Yb_2(SO_4)_3 + 6NaOH(loã.) = 2Yb(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$.
   $Yb_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)[đặc] = 2Yb(OH)_3 + 3(NH_4)_2SO_4$.
5. $Yb_2(SO_4)_3 + 2H^0(Zn, HCl\ loã.) = 2YbSO_4\downarrow + H_2SO_4$.

### 660. $YbCl_2$ – YTECBI(II) CLORUA

Trắng (tinh thể hiđrat có màu lục vàng), nóng chảy không phân huỷ, phân huỷ khi đun nóng mạnh hơn. Tan nhiều trong nước nguội (không bị thuỷ phân). Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit loã.ng. Điều chế, xem 661[1,6,7].

$M = 243{,}95$; $d = 5{,}08$; $t_{nc} = 702°C$; $t_s = 2033°C$.

1. $3YbCl_2 = 2YbCl_3 + Yb$ (trên 1000°C, c.không).
2. $YbCl_2.\ 2H_2O = YbCl_2 + 2H_2O$ (300°C, trg luồng HCl).
3. $6YbCl_2 + 6H_2O(ng') = 2Yb(OH)_3\downarrow + 4YbCl_3 + 3H_2\uparrow$.
4. $YbCl_2(loã.) + nH_2O(ngu.) = [Yb(H_2O)n]^{2+} + 2Cl^-$.
5. $2YbCl_2 + 2HCl(loã.) = 2YbCl_3 + H_2\uparrow$.

### 661. $YbCl_3$ – YTECBI(III) CLORUA

Trắng, nóng chảy không phân huỷ, phân huỷ khi đun nóng mạnh hơn. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân yếu ở cation), axit clohiđric đặc.

Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị hiđro khử, bị khử điện phân. Điều chế, xem 657[2,5], 658[2], 660[1,5].

$M$ = 279,40; $d$ = 5,75(t.thể); $t_{nc}$ = 865°C.

1. $2YbCl_3 = 2YbCl_2 + Cl_2$ (1300 - 1400°C)
2. $YbCl_3.6H_2O = YbCl_3 + 6H_2O$ (180°C khi có mặt $NH_4Cl$)
3. $YbCl_3$(loã.) + $8H_2O = [Yb(H_2O)_8]^{3+} + 3Cl^-$ (pH<7, xem 659[3])
4. $YbCl_3 + 3NaOH$(loã.) = $Yb(OH)_3\downarrow + 3NaCl$,
   $YbCl_3 + 3(NH_3.H_2O)$[đặc] = $Yb(OH)_3\downarrow + 3NH_4Cl$.
5. $YbCl_3 + 3NaF$(đặc) = $YbF_3\downarrow + 3NaCl$.
6. $2YbCl_3 + H_2 = 2YbCl_2 + 2HCl$.
7. $2YbCl_3(dd) \xrightarrow{\text{điện phân}} 2YbCl_2$(catôt) + $Cl_2\uparrow$(anôt).
8. $2YbCl_3(dd) + 2Na_2SO_4(dd) \xrightarrow{\text{điện phân}} 2YbSO_4\downarrow$(catôt) + $Cl_2\uparrow$(anôt) + + 4NaCl.

### 662. Lu – LUTEXI

Kim loại trắng, nhẹ, dẻo. Bị phủ màng oxit-hiđroxit trong không khí ẩm. Bị thụ động hoá trong nước nguội. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, clo, lưu huỳnh. Ion $Lu^{3+}$ không có màu. Hợp chất của lutexi có tính chất hoá học giống hợp chất của lantan. Điều chế bằng cách dùng canxi khử $Lu_2O_3$ ở nhiệt độ cao hoặc điện phân dung dịch $LuCl_3$.

$M$ = 174,967; $d$ = 9,835; $t_{nc}$ = 1663°C; $t_s$ = 3412°C.

1. $2Lu + 6H_2O$(ng') = $2Lu(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Lu + 6HCl$(loã.) = $2LuCl_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
   $Lu + 6HNO_3$(đặc) = $Lu(NO_3)_3\downarrow + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$.
3. $4Lu + 3O_2 = 2Lu_2O_3$ (400°C, cháy trg k.khí).
   $4Lu + 6H_2O + 3O_2 = 4Lu(OH)_3\downarrow$ (300°C).
4. $2Lu + 3Cl_2 = 2LuCl_3$
5. $2Lu + 3S = Lu_2S_3$ (vàng nhạt) (500 - 800°C).



## ACTINOIT

### 663. Ac – ACTINI

Kim loại trắng bạc, nặng, mềm, phóng xạ. Bị phủ màng oxit trong không khí ẩm. Chất khử mạnh: phản ứng với nước, axit. Những lượng nhỏ actinli (đồng vị sống lâu nhất $^{227}Ac$) được tổng hợp khi bắn phá rađi bằng nơtron trong lò phản ứng hạt nhân. Tách được nó ở dạng $AcF_3$. Điều chế bằng cách dùng lithi khử $AcF_3$ ở nhiệt độ cao.

$M$ = 227,028; $d$ = 10,07; $t_{nc}$ = 1050°C; $t_s$ = 3300°C.

1. $2Ac + 6H_2O = 2Ac(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Ac + 6HCl$(loã.) = $2AcCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $8Ac + 30HNO_3$(loã.) = $8Ac(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + 15H_2O$.
4. $4Ac + 3O_2 = 2Ac_2O_3$ (đốt trg k.khí).
5. $2Ac + 3F_2 = 2AcF_3$ (1300 - 1350°C).

### 664. $Ac_2O_3$ – ACTINI(III) OXIT

Trắng, khó nóng chảy, không bền nhiệt. Không phản ứng với nước. Thể hiện tính bazơ, phản ứng với axit. Điều chế, xem 663[4], 6651, 666[1].

$M$ = 502,05; $d$ = 9,19; $t_{nc}$ = 2500°C.

1. $Ac_2O_3 + 6HCl$(loã.) = $2AcCl_3 + 3H_2O$
2. $Ac_2O_3 + 6HF = 2AcF_3 + 3H_2O$ (1700°C).
3. $Ac_2O_3 + 3H_2S = Ac_2S_3 + 3H_2O$ (1400°C).

### 665. $Ac(OH)_3$ – ACTINI HIĐROXIT

Trắng, phân huỷ khi nóng chảy. Không tan trong nước. Thể hiện tính bazơ: phản ứng với axit. Điều chế, xem 663[1], 666[4], 667[4].

$M$ = 278,05; $pT_t^{18}$ = 18,68.

1. $2Ac(OH)_3 = Ac_2O_3 + 3H_2O$ (1100°C).
2. $Ac(OH)_3 + 3HCl$(loã.) = $AcCl_3 + 3H_2O$.
3. $Ac(OH)_3 + 3NH_4Cl = AcCl_3 + 3NH_3 + 3H_2O$ (đến 400-450°C).

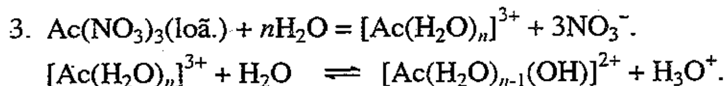
### 666. $Ac(NO_3)_3$ – ACTINI NITRAT

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 663[3].

$M = 413,04$

1. $4Ac(NO_3)_3 = 2Ac_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$ (600 - 800°C).
2. $Ac(NO_3)_3.nH_2O = Ac(NO_3)_3 + nH_2O$

(*t* thường, c.không trên $H_2SO_4$).



3. $Ac(NO_3)_3$(loã.) $+ nH_2O = [Ac(H_2O)_n]^{3+} + 3NO_3^-$.

$[Ac(H_2O)_n]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Ac(H_2O)_{n-1}(OH)]^{2+} + H_3O^+$.

4. $Ac(NO_3)_3 + 3NaOH$(loã.) $= Ac(OH)_3\downarrow + 3NaNO_3$.
5. $2Ac(NO_3)_3 + 6H_2O + 3Na_2S = 2Ac(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow + 6NaNO_3$.

### 667. $AcCl_3$ – ACTINI CLORUA

Trắng, thăng hoa khi đun nóng. Tan vừa phải trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Bị axit đặc phân huỷ. Điều chế, xem 663[2], 664[1], 665[2,3].

$M = 333,39$; $d = 4,81$

1. $AcCl_3.nH_2O \longrightarrow AcCl_3 + nH_2O$ (300°C, khi có mặt $NH_4Cl$).
2. $AcCl_3$(loã.) $+ nH_2O = [Ac(H_2O)_n]^{3+} + 3Cl^-$. (pH< 7, xem 666[3]).
3. $2AcCl_3(r) + 3H_2SO_4$(đặc) $= Ac_2(SO_4)_3 + 6HCl\uparrow$ (đ.sôi).
4. $AcCl_3 + 3NaOH$(loã.) $= Ac(OH)_3\downarrow + 3NaCl$.

### 668. Th – THORI

Kim loại trắng, dẻo, tự cháy. Phóng xạ. Bị phủ màng oxit trong không khí. Bị thụ động hoá trong nước, axit sunfuric, axit nitric, axit flohiđric: không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với hơi nước, axit clohiđric đặc nóng, cường thuỷ, phi kim. Điều chế, xem 669[7], 672[7,8].

$M = 232,038$; $d = 11,72$; $t_{nc} = 1750°C$; $t_s = 4200°C$

1. $Th + 4H_2O$(hơi) $= Th(OH)_4 + 2H_2\uparrow$.
2. $Th + 4HCl$(hơi) $= Th(Cl)_4 + 2H_2\uparrow$. (khi có mặt HF).
3. $3Th + 4HNO_3$(đặc) $+ 12HCl = 3ThCl_4 + 4NO\uparrow + 8H_2O$
4. $2Th + nH_2 = 2ThH_n$ (trên 200°C, $2 \le n \le 3,75$).
5. $Th + O_2 = ThO_2$ (250°C, cháy trg k.khí).
6. $Th + 2E_2 = ThE_4$ (E = F, *t* thường E = Cl, 450 - 500°C).
7. $Th + 2S = ThS_2$ (500 - 600°C).
8. $3Th + 2N_2 = Th_3N_4$ (1200 - 1300°C).

### 669. $ThO_2$ – THORI(IV) ĐIOXIT

Khoáng vật thorianit. Trắng, nặng, bền nhiệt. Dạng đã nung thụ động hoá hoá: không phản ứng với nước, axit (trừ axit sunfuric đặc, axit nitric đặc), kiềm, hiđrat amoniac. Bị canxi khử khi đun nóng. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 668[5], 670[1], 671[1].

$M = 264,04$; $d = 9,7$; $t_{nc} \approx 3350°C$; $t_s \approx 4400°C$.

1. $ThO_2 + 3H_2SO_4$(đặc, ng') $= [Th(HSO_4)(SO_4)]HSO_4 + 2H_2O$,

$[Th(HSO_4)(SO_4)]HSO_4(dd) = Th(SO_4)_2 + H_2SO_4$

(0°C, pha loã. bằng nước).

2. $ThO_2 + 4HNO_3$(đặc) $= Th(NO_3)_4 + 2H_2O$ (khi có mặt HF).
3. $ThO_2 + 4HF = ThF_4 + 2H_2O$ (400 - 500°C).
4. $ThO_2 + 2Cl_2 + 2CO = ThCl_4 + 2CO_2$ (400 - 500°C).
5. $ThO_2 + 2H_2S = ThS_2 + 2H_2O$ (1300 - 1500°C).
6. $ThO_2 + SiO_2 = ThSiO_4$ (1400°C).
7. $ThO_2 + 2Ca = Th + 2CaO$ (950°C, trg khí quyển Ar).
8. $ThO_2 + 4KHSO_4 = Th(SO_4)_2 + 2K_2SO_4 + 2H_2O$ (350 - 400°C).

### 670. $Th(OH)_4$ – THORI(IV) HIĐROXIT

Trắng, vô định hình, phân huỷ khi đun nóng vừa phải. Không tan trong nước, không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ, phản ứng với axit. Hấp thụ $CO_2$ trong không khí. Điều chế, xem 668[1], 671[5], 672[4].

$M = 300,07$; $pT_t^{25} = 43,11$.

1. $Th(OH)_4 = ThO_2 + 2H_2O$ (trên 470°C).
2. $Th(OH)_4 + 4HCl$(loã.) $= ThCl_4 + 4H_2O$.
3. $Th(OH)_4 + 4HF$(đặc) $= ThF_4\downarrow + 4H_2O$.
4. $Th(OH)_4$ (h.phù) $+ CO_2 = Th(CO_3)O\downarrow + 2H_2O$.

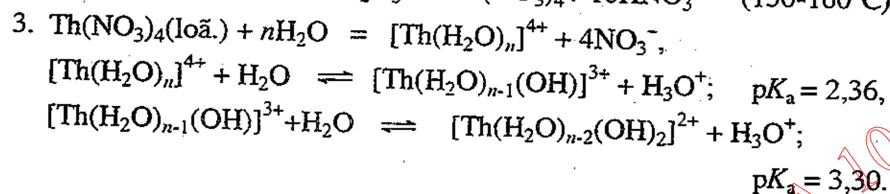
### 671. $Th(NO_3)_4$ – THORI(IV) NITRAT

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân ở cation). Axit clohiđric đặc, axit nitric đặc. Phản ứng với nước sôi, kiềm. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 669[2].

$M = 480{,}05$; $d = 2{,}80$(t.thể); $k_t = 190.7^{(20)}$.

1. $Th(NO_3)_4 = ThO_2 + 4NO_2 + O_2$ (trên 400°C).
2. $2\{Th(NO_3)_4.\ 5H_2O\} = 2\ Th(NO_3)_2O + 4NO_2 + O_2 + 10H_2O$ (185 - 270°C).

   $2\{Th(NO_3)_4.\ 5H_2O\} + 5N_2O_5 = 2Th(NO_3)_4 + 10HNO_3$ (150-160°C).



3. $Th(NO_3)_4$(loã.) $+ nH_2O = [Th(H_2O)_n]^{4+} + 4NO_3^-$,

   $[Th(H_2O)_n]^{4+} + H_2O \rightleftharpoons [Th(H_2O)_{n-1}(OH)]^{3+} + H_3O^+$; $pK_a = 2{,}36$,

   $[Th(H_2O)_{n-1}(OH)]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Th(H_2O)_{n-2}(OH)_2]^{2+} + H_3O^+$; $pK_a = 3{,}30$.
4. $Th(NO_3)_4 + 2H_2O = Th(NO_3)_2(OH)_2\downarrow + 2HNO_3$ (đ.sôi).
5. $Th(NO_3)_4 + 4NaOH$(loã.) $= Th(OH)_4\downarrow + 4NaNO_3$.

### 672. $ThCl_4$ – THORI(IV) CLORUA

Trắng, bay hơi trong chân không phân huỷ. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân ở cation), axit clohiđric đặc. Bị nước sôi, kiềm phân huỷ. Tham gia phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem 668[2,3,6], 669[4].

$M = 373{,}85$; $d = 4{,}60$; $t_{nc} = 770$°C; $t_s = 992$°C; $k_t = 125^{(0)}$.

1. $ThCl_4.\ 8H_2O = ThCl_2O + 2HCl + 7H_2O$ (200 - 300°C);

   $ThCl_4.\ 8H_2O = ThO_2 + 4HCl + 6H_2O$ (650 - 750°C).
2. $ThCl_4$(loã.) $+ nH_2O$(ngu.) $= [Th(H_2O)_n]^{4+} + 4Cl^-$ (pH<7, xem 671[3]).
3. $ThCl_4 + H_2O = ThCl_2O\downarrow + 2HCl$ (đ.sôi).
4. $ThCl_4 + 4NaOH$(loã.) $= Th(OH)_4\downarrow + 4NaCl$.
5. $ThCl_4 + 2KCl = K_2[ThCl_6]$ (700 - 800°C).
6. $ThCl_4 + Na_2CO_3$(loã.) $+ 2NaOH = Th(CO_3)O\downarrow + 4NaCl + H_2O$.
7. $ThCl_4 + 4Na = Th + 4NaCl$ (500°C).
8. $ThCl_4$ ($l$) $\xrightarrow{\text{điện phân}}$ $Th\downarrow$(catôt) $+ 2Cl_2\uparrow$(anôt)

### 673. Pa – PROTACTINI

Kim loại xám nhạt, có ánh kim, dẻo. Phóng xạ, đồng vị sống lâu nhất là $^{231}Pa$. Bị phủ màng oxit trong không khí. Bị thụ động hoá trong nước, axit clohiđric đặc, axit nitric đặc: không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử: phản ứng với axit clohiđric loãng, phi kim, amoniac. Được tạo nên khi hạt nhân $^{235}U$ phân rã phóng xạ tự nhiên. Điều chế, xem 676[3], 679[1].

$M = 231{,}036$; $d = 15{,}37$; $t_{nc} = 1580$°C; $t_s = 4500$°C.

1. $Pa + 4HCl$ (loã.) $= PaCl_2 + 2H_2\uparrow$
2. $2Pa + 3H_2 = 2PaH_3$ (250-300°C).
3. $4Pa + 5O_2 = 2Pa_2O_5$ (350°C, cháy trg k.khí).
4. $2Pa + 5F_2 = 2PaF_5$ (250-250°C).
5. $Pa + 2NH_3 = PaN_2 + 3H_2$ (800°C).

### 674. $Pa_2O_5$ – PROTACTINI (V) OXIT

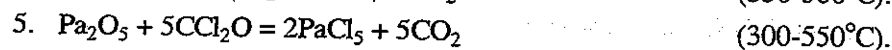
Trắng, nặng, phân huỷ khi đun nóng rất mạnh. Dạng đã nung ít có khả năng phản ứng: không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Phản ứng với axit sunfuric đặc, axit flohiđric đặc. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 673[3], 675[1].

$M = 542{,}07$; $d = 9{,}0$.

1. $2Pa_2O_5 = 4PaO_2 + O_2$ (1550°C).
2. $Pa_2O_5 + 6H_2SO_4$ (đặc, ng') $= 2H_3[Pa(SO_4)_3O] + 3H_2O$.
3. $Pa_2O_5 + 12HF$ (đặc) $= 2H[PaF_6] + 5H_2O$,

   $Pa_2O_5 + 10HF$ (đặc, ngụ.) $= 2PaF_5\downarrow + 5H_2O$ (110°C).
4. $Pa_2O_5 + H_2 = 2PaO_2\downarrow + H_2O$ (1500-1550°C).


$Pa_2O_5 + 8HF + H_2 = 2PaF_4 + 5H_2O$ (350-500°C).

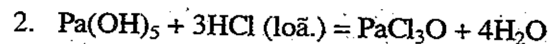

5. $Pa_2O_5 + 5CCl_2O = 2PaCl_5 + 5CO_2$ (300-550°C).

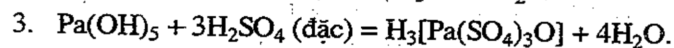
## 675. $Pa(OH)_5$ – PROTACTINI (V) HIĐROXIT

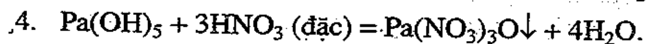
Trắng, vô định hình, phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ, phản ứng với axit mạnh. Điều chế, xem 677[3,5], 678[4], 679[2].

$M = 316{,}07; d = 13{,}43.$


1. $2Pa(OH)_5 = Pa_2O_5 + 5H_2O$ (đến 475°C).


2. $Pa(OH)_5 + 3HCl$ (loã.) $= PaCl_3O + 4H_2O$

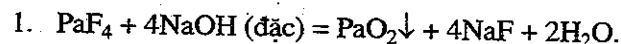

3. $Pa(OH)_5 + 3H_2SO_4$ (đặc) $= H_3[Pa(SO_4)_3O] + 4H_2O$.


4. $Pa(OH)_5 + 3HNO_3$ (đặc) $= Pa(NO_3)_3O\downarrow + 4H_2O$.

## 676. $PaF_4$ – PROTACTINI (IV) FLORUA

Nâu-đỏ, không bay hơi, nóng chảy không phân huỷ. Không tan trong nước, axit nitric, cường thuỷ, hiđrat amoniac. Phản ứng với kiềm. Bị flo oxi hoá, bị bari khử. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 674[4].

$M = 307{,}03; t_{nc} = 1030°C; t_s = 1630°C.$


1. $PaF_4 + 4NaOH$ (đặc) $= PaO_2\downarrow + 4NaF + 2H_2O$.


2. $2PaF_4 + F_2 = 2PaF_5$. (700°C).

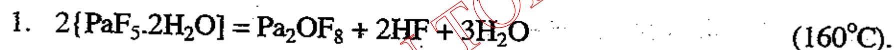

3. $PaF_4 + 2Ba = Pa + 2BaF_2$ (1400°C).


4. $PaF_4 + MF = M[PaF_5]$ (700-1000°C; M = Li, Na, K).

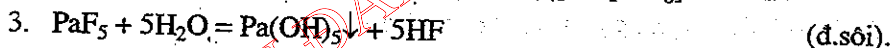
## 677. $PaF_5$ – PROTACTINI (V) FLORUA

Trắng, dễ bay hơi, hút ẩm hết sức. Tan ít trong nước nguội (có phân huỷ). Không phản ứng với axit nitric. Bị thuỷ phân hoàn toàn trong nước sôi, phản ứng với hiđrat amoniac, axit flohiđric đặc. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 673[4], 674[3], 676[2].

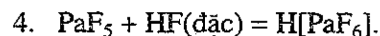
$M = 326{,}03.$

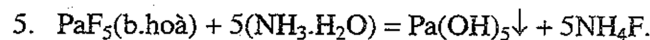

1. $2\{PaF_5.2H_2O\} = Pa_2OF_8 + 2HF + 3H_2O$ (160°C).


2. $2PaF_5 + 4H_2O$(ngu.) $\rightleftharpoons [Pa(OH)_4]^+ + [PaF_6]^- + 4HF$.


3. $PaF_5 + 5H_2O = Pa(OH)_5\downarrow + 5HF$ (đ.sôi).




4. $PaF_5 + HF$(đặc) $= H[PaF_6]$.


5. $PaF_5$(b.hoà) $+ 5(NH_3.H_2O) = Pa(OH)_5\downarrow + 5NH_4F$.


6. $PaF_5 + 2KF$(b.hoà) $= K_2[PaF_7]\downarrow$,

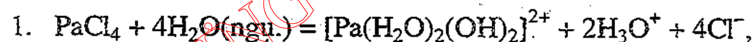

$PaF_5 + 3MF = M_3[PaF_8]$ (1000°C; M = Li, Na),

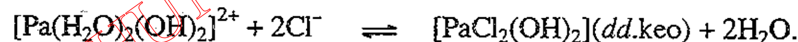

$PaF_5 + 4CsF = Cs_4[PaF_9]$ (700 - 750°C).

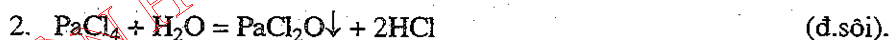
## 678. $PaCl_4$ – PROTACTINI (IV) CLORUA

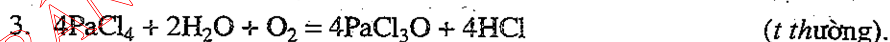
Lục-vàng, bay hơi, nóng chảy không phân huỷ. Tan vừa phải trong nước nguội (bị thuỷ phân mạnh ở cation). Phản ứng với nước sôi, axit mạnh. Chất khử mạnh: bị $O_2$ tan trong nước, cường thuỷ oxi hoá. Điều chế, xem 673[1], 679[4].

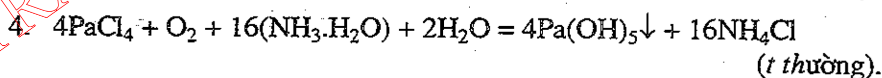
$M = 372{,}85; \quad d = 4{,}68; \quad t_{nc} = 680°C; \quad t_s = 850°C.$


1. $PaCl_4 + 4H_2O$(ngu.) $= [Pa(H_2O)_2(OH)_2]^{2+} + 2H_3O^+ + 4Cl^-$,


$[Pa(H_2O)_2(OH)_2]^{2+} + 2Cl^- \rightleftharpoons [PaCl_2(OH)_2]$(*dd*.keo) $+ 2H_2O$.


2. $PaCl_4 + H_2O = PaCl_2O\downarrow + 2HCl$ (đ.sôi).


3. $4PaCl_4 + 2H_2O + O_2 = 4PaCl_3O + 4HCl$ (*t thường*).


4. $4PaCl_4 + O_2 + 16(NH_3.H_2O) + 2H_2O = 4Pa(OH)_5\downarrow + 16NH_4Cl$ (*t thường*).


5. $PaCl_4 + 2HCl$(đặc) $= H_2[PaCl_6]$ (*t thường*).


6. $3PaCl_4 + HNO_3$(đặc) $+ 6HCl$(đặc) $= 3H[PaCl_6] + NO\uparrow + 2H_2O$.

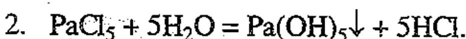

7. $PaCl_4 + 2(NH_4)_2CO_3$(loã.) $= Pa(CO_3)_2\downarrow + 4NH_4Cl$.

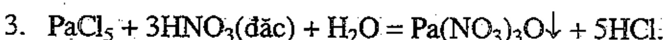
## 679. $PaCl_5$ – PROTACTINI (V) CLORUA

Vàng nhạt, dễ nóng chảy, dễ bay hơi. Phân huỷ khi đun nóng mạnh. Phản ứng với nước, axit mạnh. Chất oxi hoá rất yếu. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 674[5].

$M = 408{,}30; \quad t_{nc} = 301°C; \quad t_s = 420°C.$

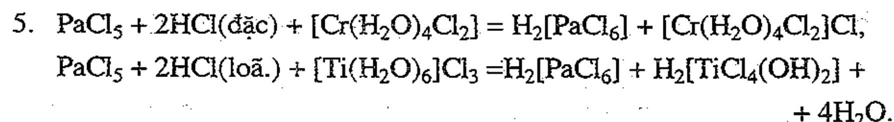

1. $2PaCl_5 = 2Pa + 5Cl_2$ (1000°C, c.không).


2. $PaCl_5 + 5H_2O = Pa(OH)_5\downarrow + 5HCl$.


3. $PaCl_5 + 3HNO_3$(đặc) $+ H_2O = Pa(NO_3)_3O\downarrow + 5HCl$.


4. $2PaCl_5 + H_2 = 2PaCl_4 + 2HCl$ (600 - 800°C).


$3PaCl_5 + Al = PaCl_4 + AlCl_3$ (400 - 450°C).

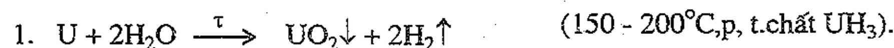

5. $PaCl_5 + 2HCl$(đặc) $+ [Cr(H_2O)_4Cl_2] = H_2[PaCl_6] + [Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$,
$PaCl_5 + 2HCl$(loã.) $+ [Ti(H_2O)_6]Cl_3 = H_2[PaCl_6] + H_2[TiCl_4(OH)_2] + 4H_2O$.


6. $PaCl_5 + MCl = M[PaCl_6]$ (300 - 400°C; M = K, Rb, Cs).

**680. U – URAN**

Kim loại màu trắng (bột có màu thẫm), tương đối cứng, dẻo, nặng, khó nóng chảy, khó sôi. Phóng xạ, uran thiên nhiên là hỗn hợp các đồng vị $^{238}U$ (có trội, chu kì bán rã là $4{,}468.10^9$ năm), $^{235}U$ và $^{234}U$. Bị phủ chậm màng oxit màu xám - xanh trong không khí. Bị axit nitric đặc thụ động hoá. Chất khử: phản ứng chậm với nước nóng, nhanh với axit, hiđo peoxit trong môi trường kiềm. Khi đun nóng bị hiđro, oxi, nitơ, halogen, lưu huỳnh oxi hoá. Điều chế, xem 687[1,6], 688[7,9].

$M = 238{,}029$; $d = 19{,}04$; $t_{nc} = 1134$°C; $t_s = 4200$°C.


1. $U + 2H_2O \xrightarrow{t} UO_2\downarrow + 2H_2\uparrow$ (150 - 200°C,p, t.chất $UH_3$).


2. $U + 4HCl$(đặc) $= UCl_4 + 2H_2\uparrow$ ($t$.chất $UCl_3$).

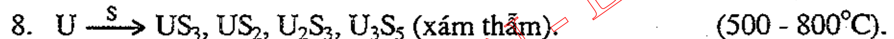

3. $4U + 14HNO_3$(loã.) $= 4UO_2(NO_3)_2 + 3N_2O\uparrow + 7H_2O$.


4. $U + 2H_2O_2$(đặc) $= U(OH)_4\downarrow$ (trg NaOH đặc).


5. $2U + 3H_2 = 2UH_3$ (100 - 250°C).


6. $3U + 4O_2 = (U_2^{V}U^{VI})O_8$ (150 - 500°C, cháy trg k.khí).

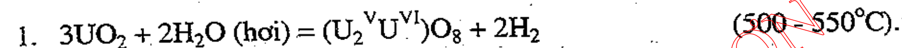

7. $U + 2E_2 = UE_4$ (E = F, $t$ thường, E = Cl, 40 - 60°C).

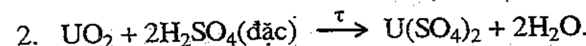

8. $U \xrightarrow{S} US_3, US_2, U_2S_3, U_3S_5$ (xám thẫm). (500 - 800°C).

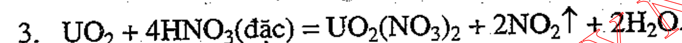
**681. $UO_2$ – URAN (IV) OXIT**

Khoáng vật uraninit. Nâu với sắc đen, khi nóng chảy, bay hơi khi đun nóng. Có vùng đồng thể $UO_{2+x}$ ($-0{,}03 \le x \le 0{,}2$) mở rộng ra khi nhiệt độ tăng. Ít có năng phản ứng ở điều kiện thường. Không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ, phản ứng với axit sunfuric đặc. Bị axit nitric đặc, oxi, halogen oxi hoá. Điều chế, xem 680[1], 683[1,3], 686[1].

$M = 270{,}03$; $d = 10{,}96$; $t_{nc} = 2850$°C.


1. $3UO_2 + 2H_2O$(hơi) $= (U_2^{V}U^{VI})O_8 + 2H_2$ (500 - 550°C).


2. $UO_2 + 2H_2SO_4$(đặc) $\xrightarrow{t} U(SO_4)_2 + 2H_2O$.


3. $UO_2 + 4HNO_3$(đặc) $= UO_2(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$.


4. $3UO_2 + O_2 = (U_2^{V}U^{VI})O_8$ (600 - 750°C).


5. $UO_2 + 3F_2 = UF_6 + O_2$ (trên 500°C).


6. $UO_2 + Cl_2 = (UO_2)Cl_2$ (500°C).

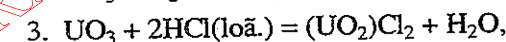
**682. $UO_3$ – URAN (VI) OXIT**

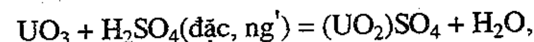
Vàng-da cam, tinh thể hoặc vô định hình, phân huỷ khi đun nóng vừa phải. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với nước, axit, kiềm. Tan được do tác dụng của cacbonat kim loại kiềm. Điều chế, xem 683[5], 684[1], 685[5].

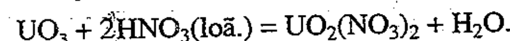
$M = 286{,}03$; $d = 8{,}34$; 6,80(v.đ.h).

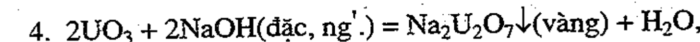

1. $6UO_3 = 2(U_2^{V}U^{VI})O_8 + O_2$ (450 - 500°C).

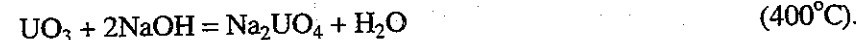

2. $UO_3 + H_2O = UO_2(OH)_2\downarrow$ (đ.sôi).


3. $UO_3 + 2HCl$(loã.) $= (UO_2)Cl_2 + H_2O$,

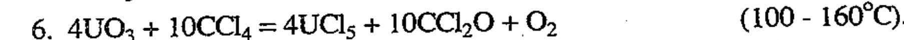

$UO_3 + H_2SO_4$(đặc, ng') $= (UO_2)SO_4 + H_2O$,

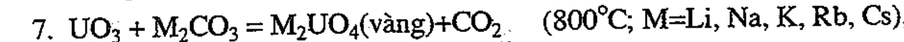

$UO_3 + 2HNO_3$(loã.) $= UO_2(NO_3)_2 + H_2O$.

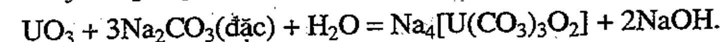

4. $2UO_3 + 2NaOH$(đặc, ng'.) $= Na_2U_2O_7\downarrow$(vàng) $+ H_2O$,


$UO_3 + 2NaOH = Na_2UO_4 + H_2O$ (400°C).


5. $2UO_3 + 6F_2 = 2UF_6 + 3O_2$ (trên 500°C).


6. $4UO_3 + 10CCl_4 = 4UCl_5 + 10CCl_2O + O_2$ (100 - 160°C).


7. $UO_3 + M_2CO_3 = M_2UO_4$(vàng) $+ CO_2$ (800°C; M=Li, Na, K, Rb, Cs),


$UO_3 + 3Na_2CO_3$(đặc) $+ H_2O = Na_4[U(CO_3)_3O_2] + 2NaOH$.

**683. $(U_2^{V}U^{VI})O_8$ – URAN (V) URAN (VI) OXIT**

Khoáng vật nasturan. Lục thẫm (gần như đen), nặng, phân huỷ khi đun nóng. Không phản ứng với nước, axit nitric, axit sunfuric loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit sunfuric đặc, axit nitric đặc phân huỷ, phản ứng với flo. Bị hiđro, đihiđro sunfua khử. Điều chế, xem 680[6], 681[1,4], 685[1].

$M = 842{,}08$; $d = 8{,}39$.

1. $(U_2^VU^{VI})O_8 = 3UO_2 + O_2$ (900 - 1500°C, c.không).
2. $(U_2^VU^{VI})O_8 + 4H_2SO_4$(đặc, ng') $= U(SO_4)_2 + 2(UO_2)SO_4 + 4H_2O$,
   $(U_2^VU^{VI})O_8 + 8HNO_3$(đặc, ng') $= U(NO_3)_4 + 2UO_2(NO_3)_2 + 4H_2O$.
3. $(U_2^VU^{VI})O_8 + 2H_2 = 3UO_2 + 2H_2O$ (500 - 900°C).
4. $3(U_2^VU^{VI})O_8 + 20H_2S = 9US_2$(đen) $+ 20H_2O + 2SO_2$ (trên 1150°C).
5. $2(U_2^VU^{VI})O_8 + O_2 = 6UO_3$ (500 - 550°C, p).
6. $(U_2^VU^{VI})O_8 + 9F_2 = 3UF_6 + 4O_2$ (trên 500°C).

### 684. $UO_2(OH)_2$– URANYL HIĐROXIT

Axit uranic. Tinh thể đỏ thẫm hay dạng vô định hình màu vàng (kết tủa). Phân huỷ khi đun nóng, không phản ứng với axit loãng. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm đặc, hiđrat amoniac đặc. Điều chế, xem $682^2$, $685^2$, $690^2$.

$M = 304,04$; $d = 5,962$.

1. $2UO_2(OH)_2 = U_2O_5(OH)_5$ (hay $H_2U_2O_7$) $+ H_2O$ (160°C).
   $UO_2(OH)_2 = UO_3 + H_2O$ (350 - 400°C).
2. $UO_2(OH)_2.H_2O = UO_2(OH)_2 + H_2O$ (100°C).
3. $UO_2(OH)_2(r) + 6H_2O \rightleftharpoons [U(H_2O)_6O_2]^{2+} + 2OH^-$; $pT_t^{25} = 14,70$.
4. $UO_2(OH)_2 + 2HCl$(loã.) $= (UO_2)Cl_2 + 2H_2O$.
5. $2UO_2(OH)_2 + 2NaOH$(đặc) $= Na_2U_2O_7\downarrow + 3H_2O$.
6. $2UO_2(OH)_2 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= (NH_4)_2U_2O_7\downarrow + 3H_2O$.

### 685. $UO_2(NO_3)_2$– URANYL NITRAT

Vàng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit nitric đặc. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac, cacbonat kim loại kiềm. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem $680^3$.

$M = 394,04$; $d = 2,807$ (t.thể); $t_{nc} = 59,5°C$ (t.thể); $k_t = 119,3^{(20)}$; $203^{(80)}$.

1. $6UO_2(NO_3)_2 = 2(U_2^VU^{VI})O_8 + 12UO_2 + 4O_2$ (350 - 750°C).
2. $UO_2(NO_3)_2.6H_2O$(vàng- lục) $= UO_2(NO_3)_2 + 6H_2O$ (170-180°C).
   $UO_2(NO_3)_2.6H_2O = UO_2(OH)_2\downarrow + 2HNO_3 + 4H_2O$
   (50 -60°C, trg rượu etylic).
3. $UO_2(NO_3)_2$(loã.) $+ 6H_2O = [U(H_2O)_6O_2]^{2+} + 2NO_3^-$,
   $[U(H_2O)_6O_2]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [U(H_2O)_5O_2(OH)]^+ + H_3O^+$; $pK_a = 5,16$.
4. $2UO_2(NO_3)_2 + 6NaOH$(đặc) $= Na_2U_2O_7\downarrow + 4NaNO_3 + 3H_2O$.
5. $2UO_2(NO_3)_2 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] $= (NH_4)_2U_2O_7\downarrow + 4NH_4NO_3 + 3H_2O$,
   $(NH_4)_2U_2O_7 = 2UO_3 + 2NH_3 + H_2O$ (250 - 280°C).
6. $UO_2(NO_3)_2 + 2NH_4HS$(ng') $= (UO_2)S\downarrow + 2NH_4NO_3 + H_2S\uparrow$.
7. $UO_2(NO_3)_2 + Na_2CO_3$(loã.) $= (UO_2)CO_3\downarrow + 2NaNO_3$.

### 686. $U(SO_4)_2$– URAN (IV) SUNFAT

Trắng, phân huỷ ở nhiệt độ cao. Tan nhiều trong nước nguội đã axit hoá (bị thuỷ phân ở cation), độ tan giảm khi nhiệt độ tăng. Bị nước sôi, kiềm phân huỷ. Chất khử mạnh, bị iot oxi hoá. Điều chế, xem $681^2$, $683^{2,7}$.

$M = 430,15$; $d = 3,60$ (t.thể); $k_t = 10,9^{(24)}$; $6,7^{(63)}$.

1. $U(SO_4)_2 = UO_2$(nâu) $+ 2SO_2 + O_2$ (trên 750°C).
2. $U(SO_4)_2.4H_2O$(lục nhạt) $= U(SO_4)_2 + 4H_2O$ (300°C).
3. $U(SO_4)_2$(loã.) $+ 8H_2O = [U(H_2O)_8]^{4+}$(lục) $+ 2\ SO_4^{2-}$
   (trg $H_2SO_4$ rất loã.).
   $[U(H_2O)_8]^{4+} + H_2O \rightleftharpoons [U(H_2O)_7(OH)]^{3+}$(nâu) $+ H_3O^+$; $pK_a = 1,52$
4. $U(SO_4)_2 + 3H_2O = U(SO_4)O.2H_2O\downarrow + H_2SO_4$ (đ.sôi).
5. $U(SO_4)_2 + 4NaOH$(loã.) $= U(OH)_4\downarrow + 2Na_2SO_4$.
6. $U(SO_4)_2 + 4HF$(đặc) $= UF_4\downarrow + 2H_2SO_4$.
7. $U(SO_4)_2 + 2H_2O + I_2 = (UO_2)SO_4 + 2HI + H_2SO_4$ (30 - 50°C).

### 687. $UF_3$– URAN (III) FLORUA

Tím - đỏ, nóng chảy và sôi không phân huỷ, bền nhiệt. Không tan trong nước nguội, không phản ứng với axit loãng. Bị nước sôi phân huỷ. Bị canxi khử, bị oxi oxi hoá. Điều chế, xem $688^6$.

$M = 295,02$; $d = 8,965$; $t_{nc} = 1495°C$; $t_s = 2300°C$.

1. $4UF_3 = 3UF_4 + U$ (1200°C, c.không).
2. $2UF_3 + 8H_2O = 2U(OH)_4\downarrow + H_2\uparrow + 6HF\uparrow$ (đ.sôi).

3. $4UF_3 + 6H_2O + O_2 = 4(UOF_2.H_2O)\downarrow + 4HF\uparrow$ (đ.sôi).
4. $4UF_3 + 4HF(\text{loã.}) + O_2 = 4UF_4\downarrow + 2H_2O$ (30 - 50°C).
5. $4UF_3 + 12NaOH(\text{đặc}) + 2H_2O + O_2 = 4U(OH)_4\downarrow + 12NaF$.
6. $2UF_3 + 3Ca = 2U + 3CaF_2$ (400°C).

**688. $UF_4$– URAN (IV) FLORUA**

Lục, bền nhiệt, nóng chảy và sôi không phân huỷ. Tan ít trong nước nguội và kiềm loãng, Tan nhiều trong axit nitric. Bị kiềm đặc phân huỷ. Bị hiđro, kim loại hoạt động khử. Bị flo, oxi oxi hoá. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 680[7], 686[5].

$M = 314,02$; $d = 6,72$; $t_{nc} = 1036°C$; $t_s = 1730°C$; $k_t = 0,01^{(25)}$.

1. $UF_4.2,5H_2O = UF_4.H_2O + 1,5H_2O$ (100°C).
   $UF_4.2,5H_2O = UF_4 + 2,5H_2O$ (300 - 450°C, trg khí quyển HF).
2. $3UF_4(\text{b.hoà}) = UF_3^+ + [UF_5]^- + UF_4 \rightleftharpoons 2UF_3^+ + [UF_6]^{2-}$.
3. $UF_4 + 4NaOH(\text{đặc}) = U(OH)_4\downarrow + 4NaF$.
4. $2UF_4 + O_2 = (UO_2)F_2 + UF_6$ (350 - 500°C).
5. $UF_4 + F_2 = UF_6$ (450°C).
   $2UF_4 + F_2 = 2UF_5$ (đến 250°C).
6. $2UF_4 + H_2 = 2UF_3 + 2HF$ (1000°C).
7. $UF_4 + 2M = U + 2MF_2$ (trên 400°C; M = Mg, Ca).
8. $UF_4 \xrightarrow{MF} M[UF_5], M_2[UF_6], M_4[UF_8]$
   (trg HF đặc; M = $Li^+, Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, NH_4^+, Ti^+, Ag^+$).
9. $UF_4 \xrightarrow{\text{điện phân}} U(\text{catôt}) + 2F_2(\text{anôt})$ (trg KF nóng chảy).

**689. $UF_5$– URAN (V) FLORUA**

Vàng nhạt (gần như trắng, dạng α) hoặc xám nhạt (dạng β). Khi đun nóng thăng hoa và bị phân huỷ. Có khả năng phản ứng: bị nước, kiềm phân huỷ. Được làm bền trong dung dịch nhờ tạo phức. Điều chế, xem 688[5], 690[4,5].

$M = 333,02$; $d = 5,81$ (α), 6,45 (β)'

$t_{nc} = 348°C$ (p); $t_s = 530°C$; $t(\alpha \rightarrow \beta) = 125°C$.



1. $2UF_5 = UF_4 + UF_6$ (trên 500°C, c.không).
2. $2UF_5 + 2H_2O(\text{ng'.}) = UF_4\downarrow + (UO_2)F_2 + 4HF$
3. $2UF_5 + 10NaOH(\text{loã.}) = U(OH)_4\downarrow + UO_2(OH)_2\downarrow + 10NaF + 2H_2O$.
4. $UF_5 + MF = U[MF_6]$
   (trg HF đặc; M = $H^+, Li^+, Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, NH_4^+, Tl^+$).
5. $UF_5 \xrightarrow{MF} M[UF_6], M_2[UF_7], M_3[UF_8]$,
   (150-350°C; M = $Li^+, Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, Tl^+, Ag^+, NH_4^+$).

**690. $UF_6$– URAN (VI) FLORUA**

Trắng, dễ bay hơi, bền nhiệt khi đun nóng và trong không khí khô. Bị thuỷ phân mạnh, bị kiềm phân huỷ. Chất oxi hoá mạnh: bị hiđro, hiđro bromua khử. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 682[5], 683[6], 688[4,5].

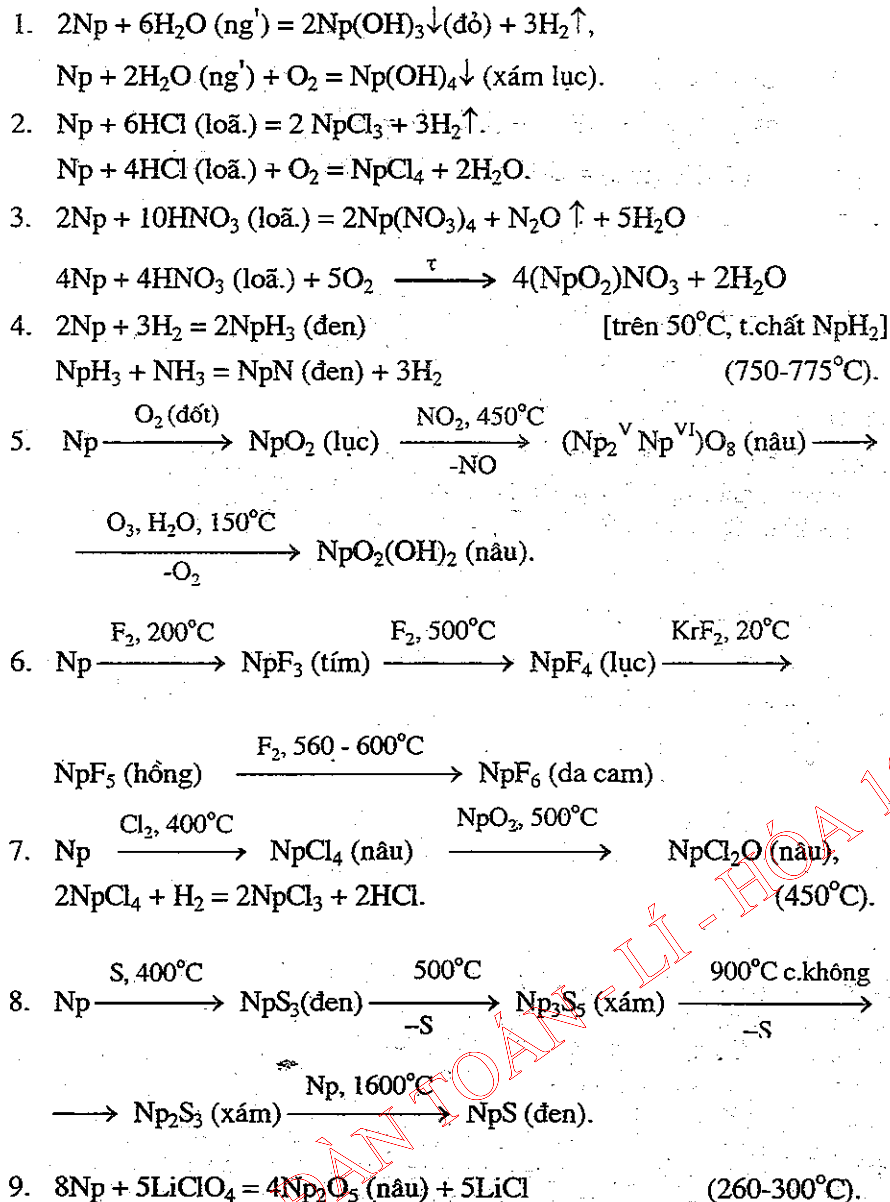
$M = 352,02$; $d = 5,060$; $t_{nc} = 64°C$ (p); $t_s = 56,4°C$.

1. $UF_6 + 2H_2O = (UO_2)F_2 + 4HF$,
2. $UF_6 + 6NaOH(\text{loã.}) = UO_2(OH)_2\downarrow + 6NaF + 2H_2O$
3. $UF_6 + H_2 = UF_4 + 2HF$ (500 - 600°C).
4. $UF_6 + 2HBr(\text{đặc}) = UF_4\downarrow + Br_2 + 2HF$
5. $UF_6 + UF_4 = 2UF_5$ (100 - 150°C).
6. $UF_6 \xrightarrow{MF} M[UF_7], M_2[UF_8], M_3[UF_9]$
   (250 - 350°C; M = Na, K, Rb, Cs).

**691. Np – NEPTUNI**

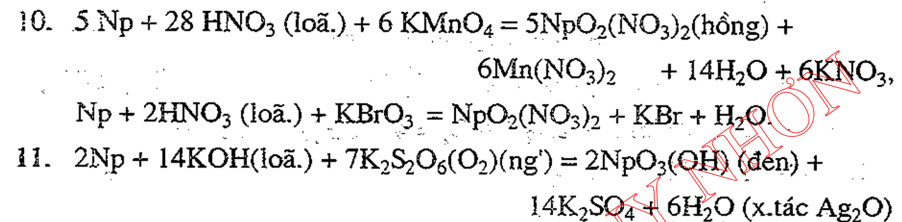
Kim loại trắng bạc, nặng, mềm, dẻo, phóng xạ. Bị phủ màng oxit trong không khí ẩm. Bị thụ động hoá trong nước nguội, axit sunfuric đặc, axit nitric đặc. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit clohiđric, axit sunfuric loãng, axit nitric loãng. Bị chất oxi hoá mạnh biến thành oxocation. Cation $Np^{3+}$ có màu đỏ thẫm, cation $Np^{4+}$ có màu lục-vàng. Được tổng hợp (đồng vị bền nhất $^{237}Np$) khi bắn phá uran bằng notron trong lò phản ứng hạt nhân. Tách được ở dạng $NpF_3$ và $NpF_4$. Điều chế bằng cách dùng canxi hoặc bari khử các florua đó khi đun nóng.

$M = 237,048$; $d = 20,48$; $t_{nc} = 637°C$; $t_s \approx 4100°C$



1. $2Np + 6H_2O\ (ng') = 2Np(OH)_3\downarrow$(đỏ) $+ 3H_2\uparrow$,
   $Np + 2H_2O\ (ng') + O_2 = Np(OH)_4\downarrow$ (xám lục).
2. $Np + 6HCl$ (loã.) $= 2\ NpCl_3 + 3H_2\uparrow$.
   $Np + 4HCl$ (loã.) $+ O_2 = NpCl_4 + 2H_2O$.
3. $2Np + 10HNO_3$ (loã.) $= 2Np(NO_3)_4 + N_2O\uparrow + 5H_2O$
   $4Np + 4HNO_3$ (loã.) $+ 5O_2 \xrightarrow{\tau} 4(NpO_2)NO_3 + 2H_2O$
4. $2Np + 3H_2 = 2NpH_3$ (đen) [trên 50°C, t.chất $NpH_2$]
   $NpH_3 + NH_3 = NpN$ (đen) $+ 3H_2$ (750-775°C).
5. $Np \xrightarrow{O_2\text{ (đốt)}} NpO_2$ (lục) $\xrightarrow[-NO]{NO_2,\ 450^\circ C}$ $(Np_2{}^{V}Np^{VI})O_8$ (nâu) $\xrightarrow[-O_2]{O_3,\ H_2O,\ 150^\circ C}$ $NpO_2(OH)_2$ (nâu).
6. $Np \xrightarrow{F_2,\ 200^\circ C} NpF_3$ (tím) $\xrightarrow{F_2,\ 500^\circ C} NpF_4$ (lục) $\xrightarrow{KrF_2,\ 20^\circ C}$
   $NpF_5$ (hồng) $\xrightarrow{F_2,\ 560 - 600^\circ C} NpF_6$ (da cam).
7. $Np \xrightarrow{Cl_2,\ 400^\circ C} NpCl_4$ (nâu) $\xrightarrow{NpO_2,\ 500^\circ C} NpCl_2O$ (nâu),
   $2NpCl_4 + H_2 = 2NpCl_3 + 2HCl$. (450°C).
8. $Np \xrightarrow{S,\ 400^\circ C} NpS_3$(đen) $\xrightarrow[-S]{500^\circ C} Np_3S_5$ (xám) $\xrightarrow[-S]{900^\circ C\text{ c.không}}$
   $\longrightarrow Np_2S_3$ (xám) $\xrightarrow{Np,\ 1600^\circ C} NpS$ (đen).
9. $8Np + 5LiClO_4 = 4Np_2O_5$ (nâu) $+ 5LiCl$ (260-300°C).



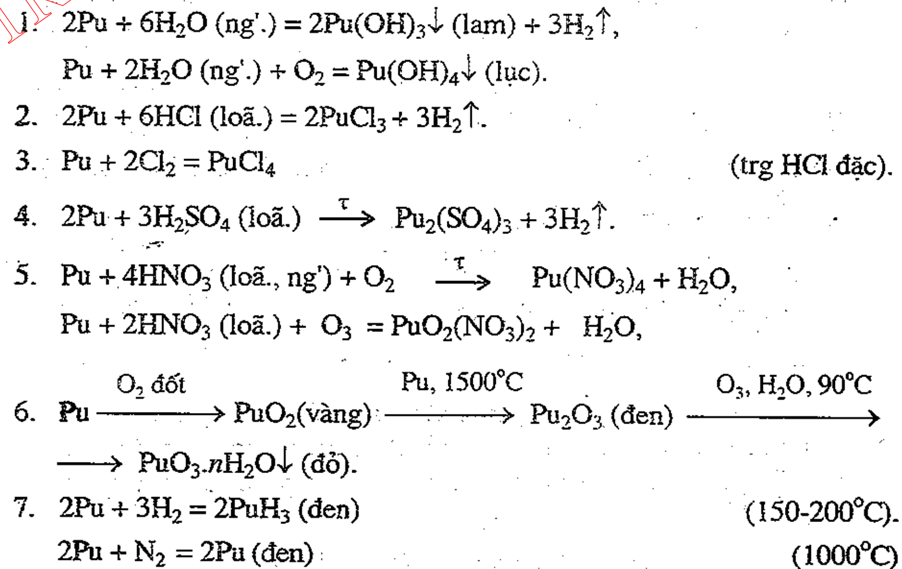


10. $5\ Np + 28\ HNO_3$ (loã.) $+ 6\ KMnO_4 = 5NpO_2(NO_3)_2$(hồng) $+$
    $6Mn(NO_3)_2 + 14H_2O + 6KNO_3$,
    $Np + 2HNO_3$ (loã.) $+ KBrO_3 = NpO_2(NO_3)_2 + KBr + H_2O$.
11. $2Np + 14KOH$(loã.) $+ 7K_2S_2O_6(O_2)(ng') = 2NpO_3(OH)$ (đen) $+$
    $14K_2SO_4 + 6H_2O$ (x.tác $Ag_2O$)

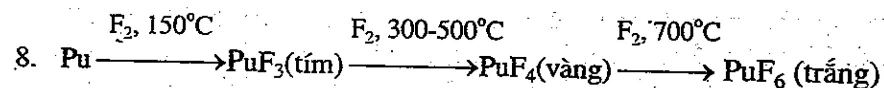
### 692. Pu – PLUTONI

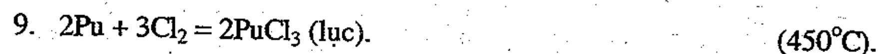
Kim loại trắng bạc, nặng, mềm, phóng xạ (đồng vị bền nhất là $^{244}Pu$). Trong không khí ẩm bị phủ màng oxit. Bị thụ động hoá trong nước nguội, axit sunfuric đặc, axit nitric. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit clohiđric đặc, axit sunfuric loãng. Bị chất oxi hoá mạnh biến thành oxocation. Cation $Pu^{3+}$ có màu tím-chàm, cation $Pu^{4+}$ có màu nâu vàng. Được tổng hợp khi bắn phá uran bằng nơtron trong lò phản ứng hạt nhân. Tách được ở dạng $PuF_3$ và $PuF_4$. Điều chế bằng cách dùng canxi hoặc lithi khử các florua đó khi đun nóng.

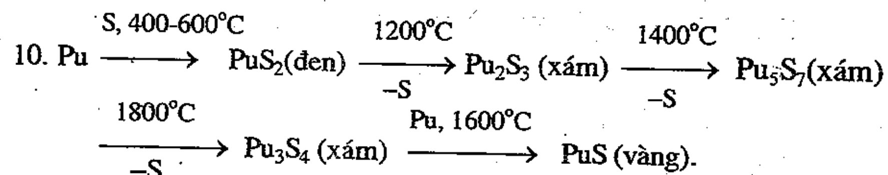
$M = 244{,}064$; $d = 19{,}86$; $t_{nc} = 640^\circ C$; $t_s \approx 3350^\circ C$.



1. $2Pu + 6H_2O\ (ng'.) = 2Pu(OH)_3\downarrow$ (lam) $+ 3H_2\uparrow$,
   $Pu + 2H_2O\ (ng'.) + O_2 = Pu(OH)_4\downarrow$ (lục).
2. $2Pu + 6HCl$ (loã.) $= 2PuCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $Pu + 2Cl_2 = PuCl_4$ (trg HCl đặc).
4. $2Pu + 3H_2SO_4$ (loã.) $\xrightarrow{\tau} Pu_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$.
5. $Pu + 4HNO_3$ (loã., ng') $+ O_2 \xrightarrow{\tau} Pu(NO_3)_4 + H_2O$,
   $Pu + 2HNO_3$ (loã.) $+ O_3 = PuO_2(NO_3)_2 + H_2O$,
6. $Pu \xrightarrow{O_2\text{ đốt}} PuO_2$(vàng) $\xrightarrow{Pu,\ 1500^\circ C} Pu_2O_3$ (đen) $\xrightarrow{O_3,\ H_2O,\ 90^\circ C}$
   $\longrightarrow PuO_3.nH_2O\downarrow$ (đỏ).
7. $2Pu + 3H_2 = 2PuH_3$ (đen) (150-200°C).
   $2Pu + N_2 = 2Pu$ (đen) (1000°C)



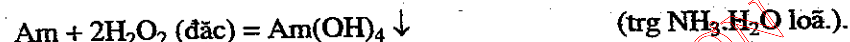



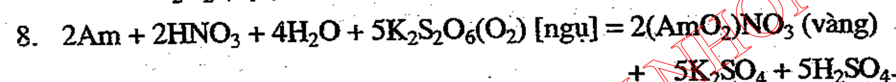

### 693. Am – AMERIXI

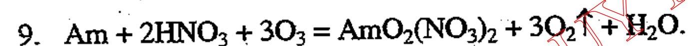
Kim loại trắng bạc, nặng, mềm, phóng xạ. Có khả năng phản ứng: phản ứng với oxi, bị phủ màng oxit trong không khí ẩm. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit loãng. Bị chất oxi hoá mạnh biến thành oxo cation. Cation $Am^{3+}$ có màu hồng trong dung dịch loãng, bị thuỷ phân rõ rệt. Được tổng hợp (đồng vị bền nhất $^{243}Am$) khi bắn phá plutoni bằng notron trong lò phản ứng hạt nhân. Tách được ở dạng $AmF_3$. Điều chế bằng cách dùng bari khử $AmF_3$ khi đun nóng.

$M = 243,061$; $d = 11,7$; $t_{nc} = 1292°C$; $t_s = 2880°C$.

1. $2Am + 6H_2O$ (ng'.) $= 2Am(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$,
2. $2Am + 6HCl$ (loã.) $= 2AmCl_3 + 3H_2\uparrow$.
   $8Am + 30HNO_3$(loã.) $= 8Am(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + 15H_2O$.
3. $Am + HNO_3 + 3HF = AmF_3\downarrow + NO\uparrow + 2H_2O$.
4. $2Am + nH_2O = 2AmH_n$ (50-60°C, $n = 2,7 \pm 0,3$).
5. $Am + O_2 = AmO_2$ (đen) (đốt trg k.khí).
   $2AmO_2 + H_2 = Am_2O_3$ (vàng) $+ H_2O$ (600°C).
6. $2Am + 3F_2 = 2AmF_3$ (hồng) (đến 200°C).
   $Am + 2F_2 = AmF_4$ (da cam) (đến 400°C).
7. $Am + 2H_2O + 2NaClO = Am(OH)_4\downarrow$(đen)$+2NaCl$ (trg NaOH đặc)




### 694. Cm – CURI

Kim loại trắng bạc, nặng, mềm, phóng xạ. Có khả năng phản ứng: phản ứng với oxi, bị phủ màng oxit trong không khí ẩm. Chất khử: phản ứng với nước nóng, axit loãng. Ion $Cm^{3+}$ không màu trong dung dịch, bị thuỷ phân rõ rệt. Được tổng hợp (đồng vị bền nhất $^{247}Cm$) khi bắn phá plutoni hoặc amerixi bằng proton trong lò phản ứng hạt nhân. Tách được ở dạng $CmF_3$. Điều chế bằng cách dùng bari khử $CmF_3$ khi đun nóng.

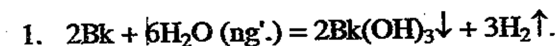
$M = 247,070$; $d = 13,51$; $t_{nc} = 1345°C$; $t_s \approx 3200°C$.

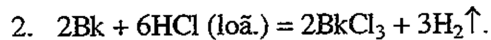
1. $2Cm + 6H_2O$ (ng'.) $= 2Cm(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.
2. $2Cm + 6HCl$ (loã.) $= 2CmCl_3 + 3H_2\uparrow$.
   $Cm + 4HNO_3$ (loã.) $= Cm(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$.
3. $2Cm + (2+x)H_2 = 2CmH_{2+x}$ (200-250°C).
4. $4Cm + 3O_2 = 2Cm_2O_3$ (lục) (cháy trg k.khí).
   $3Cm + 2O_3 = 3CmO_2$ (đen) (650°C).
5. $Cm + HNO_3 + 3HF = CmF_3\downarrow + NO\uparrow + 2H_2O$.
6. $Cm + 4HNO_3 + 2K_2S_2O_6(O_2) = Cm(NO_3)_3 + 2K_2SO_4 + 2H_2SO_4$.

### 695. Bk – BECKELI

Kim loại trắng bạc, nặng, mềm, phóng xạ. Có khả năng phản ứng: phản ứng với oxi, bị phủ màng oxit trong không khí ẩm. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit loãng. Ion $Bk^{3+}$ có màu lục trong dung dịch loãng, bị thuỷ phân rõ rệt. Được tổng hợp (đồng vị bền nhất $^{247}Bk$) khi bắn phá curi bằng hạt α trong máy gia tốc. Tách được ở dạng $BkF_3$. Điều chế bằng cách dùng lithi khử $BkF_3$ khi đun nóng.

$M = 247,070$; $d = 14,8$; $t_{nc} = 1050°C$; $t_s \approx 2630°C$.

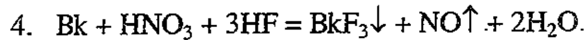


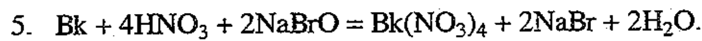

2. $2Bk + 6HCl$ (loã.) $= 2BkCl_3 + 3H_2\uparrow$.


$Bk + 4HNO_3$ (loã.) $= Bk(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$.


3. $BkO_2 = BkO_2$ (vàng) (cháy trg k.khí).


$2BkO_2 + H_2 = Bk_2O_3$ (lục) $+ H_2O$ (600°C).

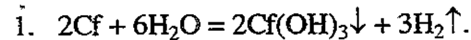

4. $Bk + HNO_3 + 3HF = BkF_3\downarrow + NO\uparrow + 2H_2O$.

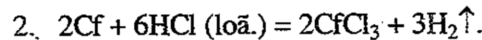

5. $Bk + 4HNO_3 + 2NaBrO = Bk(NO_3)_4 + 2NaBr + 2H_2O$.

## 696. Cf – CALIFOCNI

Kim loại trắng bạc, nặng, mềm, phóng xạ. Có khả năng phản ứng: phản ứng với oxi, bị phủ màng oxit trong không khí ẩm. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit loãng. Ion $Cf^{3+}$ không màu trong dung dịch, bị thuỷ phân rõ rệt. Được tổng hợp (đồng vị bền nhất $^{251}Cf$) khi bắn phá curi bằng notron trong lò phản ứng hạt nhân. Tách được ở dạng $Cf_2O_3$. Điều chế bằng cách dùng lithi khử $Cf_2O_3$ khi đun nóng.

$M = 251{,}080$; $t_{nc} = 900°C$; $t_s = 1227°C$.

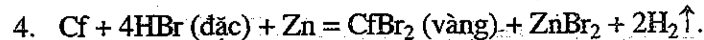

1. $2Cf + 6H_2O = 2Cf(OH)_3\downarrow + 3H_2\uparrow$.

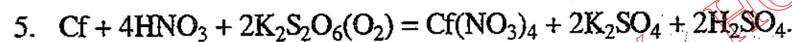

2. $2Cf + 6HCl$ (loã.) $= 2CfCl_3 + 3H_2\uparrow$.


$Cf + 4HNO_3$ (loã.) $= Cf(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$.


3. $Cf + 3O_2 = 2Cf_2O_3$. (cháy trg k.khí).


$Cf + O_2 = CfO_2$ (300°C).


4. $Cf + 4HBr$ (đặc) $+ Zn = CfBr_2$ (vàng) $+ ZnBr_2 + 2H_2\uparrow$.


5. $Cf + 4HNO_3 + 2K_2S_2O_6(O_2) = Cf(NO_3)_4 + 2K_2SO_4 + 2H_2SO_4$.

## 697. Es – ENSTENI

Kim loại phóng xạ, đồng vị sống lâu nhất là $^{252}Es$ (chu kì bán rã 472 ngày). Giống Ho về hoá học. Có trong dung dịch dưới dạng ion $Es^{3+}$, ion này bị hiđro nguyên tử khử thành ion $Es^{2+}$. Những tính chất hoá học khác chưa được nghiên cứu. Những lượng microgam được tổng hợp khi bắn phá U, Cf hay Bk bằng các hạt nhân đoteri, heli hay nitơ trong máy gia tốc. Tách được ở dạng $EsF_3$. Điều chế bằng cách dùng lithi khử $EsF_3$ ở nhiệt độ cao.

$M = 252{,}083$; $t_{nc} = 860°C$.



## 698. Fm – FECMI

Kim loại phóng xạ, đồng vị sống lâu nhất là $^{257}Fm$ (chu kì bán rã 100,5 ngày). Giống Er về hoá học. Có trong dung dịch ở dạng ion $Fm^{3+}$, ion này bị hiđro nguyên tử khử thành ion $Fm^{2+}$. Những tính chất hoá học khác chưa được nghiên cứu. Những lượng microgam Fm được tổng hợp khi bắn phá Th, U hay Pu bằng các hạt nhân Ne, O hay C trong máy gia tốc và cả khi chiếu notron vào Cf trong lò phản ứng hạt nhân.

$M = 257{,}095$.

## 699. Md – MENĐELEVI

Kim loại phóng xạ, đồng vị bền nhất là $^{258}Md$ (chu kì bán rã 55 ngày). Giống Tm về hoá học. Có trong dung dịch dưới dạng ion $Md^{3+}$, ion này bị những chất khử mạnh khử đến ion $Md^{2+}$ và ion $Md^{+}$. Những tính chất hoá học khác chưa được nghiên cứu. Những lượng microgam được tổng hợp khi bắn phá U hay Pu bằng những hạt nhân Ne trong máy gia tốc.

$M = 258{,}099$.

## 700. No – NOBELI

Kim loại phóng xạ, đồng vị sống lâu nhất là $^{259}No$ (chu kì bán rã 58 phút). Giống Yb về hoá học. Những số oxi hoá bền là (+II) và (+III). Những tính chất hoá học khác chưa được nghiên cứu. Những lượng microgam No được tổng hợp khi bắn phá U, Pu hay Cm bằng những hạt nhân Ne, C hay O trong máy gia tốc. Năm 1995, Uỷ ban IUPAC* đã khẳng định dứt khoát tên và kí hiệu trên đây của nguyên tố 102.

$M = 259{,}101$.

## 701. Lr – LAURENXI

Kim loại phóng xạ, đồng vị sống bền nhất là $^{260}Lr$ (chu kì bán rã 3 phút). Giống Lu về hoá học, số oxi hoá đặc trưng là (+III). Tạo nên clorua bay hơi. Những tính chất hoá học khác chưa được nghiên cứu. Những vi lượng Lr được tổng hợp khi bắn phá U, Am, Cm, Bk hay Cf bằng những hạt nhân B, C, O hay N trong máy gia tốc. Năm 1995, Uỷ ban IUPAC* đã khẳng định dứt khoát tên và kí hiệu trên đây của nguyên tố 103.

$M = 260{,}105$.

---

*IUPAC – Hiệp hội quốc tế về hoá học lí thuyết và ứng dụng*

# Chương 4 CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM IVB

## TITAN

### 702. Ti – TITAN

Trắng, dẻo (giòn khi chứa tạp chất TiN, $TiO_2$, TiC) có độ bền cao với ăn mòn. Bền trong không khí (không bị mờ đục) ở điều kiện thường, bị phủ màng oxit-nitrua khi đun nóng. Bột rất mịn tự cháy. Bị thụ động hoá trong nước axit, axit sunfuric loãng, hiđrat amoniac. Phản ứng với hơi nước, axit clohiđric, axit flohiđric, axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, kiềm đặc, halogen, cancogen, photpho, cacbon, silic. Hấp thụ mãnh liệt hiđro khi đun nóng vừa phải. Quan trọng trong công nghiệp là hợp kim với sắt ferotitan (18 - 45% Ti). Điều chế, xem 703[11], 710[11], 711[1].

$M = 47{,}88$; $d = 4{,}51$; $t_{nc} = 1668°C$; $t_s = 3260°C$.

1. $Ti + 2H_2O$ (hơi) $= TiO_2 + 2H_2$ (trên 800°C)
2. $2Ti + 6HCl$ (đặc, ng') $= 2TiCl_3 + 3H_2\uparrow$.
3. $2Ti + 6H_2SO_4$ (đặc, ng') $= Ti_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$.
4. Ti (v.đ.h.) $+ 4HNO_3$ (đặc. ng') $= TiO(OH)_2\downarrow + 4NO_2\uparrow + H_2O$
5. $Ti + 18HF$ (đặc) $+ 4HNO_3$ (đặc, ng') $= 3H_2[TiF_6] + 4NO\uparrow + 8H_2O$.
6. $Ti + 6HF$ (đặc, ng') $= H_2[TiF_6] + 2H_2\uparrow$.
7. Ti (v.đ.h.) $+ 2NaOH$ (đặc) $+ H_2O \xrightarrow{\tau} Na_2TiO_3?\downarrow + 2H_2\uparrow$ (đ.sôi, $p$).
8. $Ti \underset{-H_2,\ 450\text{-}1000°C}{\overset{H_2,\ \text{đến } 400°C}{\rightleftharpoons}} TiH_2$
9. $Ti + O_2 = TiO_2$ (600-800°C).
10. $Ti + 2E_2 = TiE_4$ (E = F, 150°C; E = Cl, trên 300°C).
11. $Ti \xrightarrow{E_2} TiE_2, TiE_3, TiE_4$ (100-600°C; E = Br, I).
12. $Ti \xrightarrow{E} TiE, TiE_2, TiE_3, Ti_2E_3$ (400-600°C; E = S, Se, Te).
13. $2Ti + N_2 = 2TiN$ (trên 800°C).



$Ti + P$ (đỏ) $= TiP$ (950-1000°C).

14. $Ti + C$ (t.chì) $= TiC$ (1800-2400°C).

$Ti + 2Si = TiSi_2$ (900-1350°C).

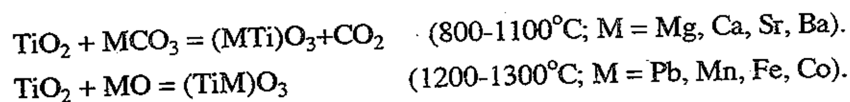
### 703. $TiO_2$ – TITAN (IV) OXIT

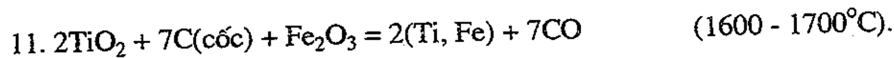
Trắng, trở nên vàng khi đun nóng, bền nhiệt. Có ba dạng thù hình: dạng tà phương α (khoáng vật brukit), dạng tứ phương β (khoángvật antozơ) và dạng tứ phương γ (khoáng vật rutin). Hiđrat $TiO_2.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch. Tan trong thể nóng chảy của $Na_3[AlF_6]$, $Na_2B_4O_7$ và $PbF_2$. Bền hoá học (nhất là dạng đã nung), không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit sunfuric đặc nóng, axit flohiđric, kiềm đặc nóng phân huỷ. Ở nhiệt độ cao phản ứng với cacbonat và oxit kim loại. Bị hiđro, cacbon monooxit, titan khử. Điều chế xem 706[1], 704[1], 702[1-3]

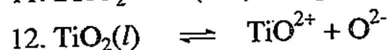
$M = 79{,}88$; $d = 4{,}14(\alpha)$; $3{,}09(\beta)$; $4{,}85(\gamma)$;

$t(\alpha \rightarrow \gamma) = 650°C$; $t(\beta \rightarrow \gamma) = 915°C$; $t_{nc} = 1870°C$.

1. $6TiO_2 = 2Ti_3O_5 + O_2$ (1800 - 2200°C, c.không).
2. $TiO_2.nH_2O = TiO(OH)_2 + (n\text{-}1)H_2O$ ($t$ thường, c.không, trên silicagel).
3. $TiO_2(r) + 6H_2O \rightleftharpoons [Ti(H_2O)_4(OH)_2]^{2+} + 2OH^-$; $pT_t^{18} = 29{,}00$.
4. $TiO_2 + 2H_2SO_4(96\%) \xrightarrow{\tau} Ti(SO_4)_2 + 2H_2O$ (180 - 200°C).
5. $TiO_2 + 6HF(\text{đặc}) = H_2[TiF_6] + 2H_2O$.
6. $2TiO_2 + H_2 = Ti_2O_3 + H_2O$ (1000°C, khi có mặt $TiCl_4$).
   $TiO_2 + H_2 = TiO + H_2O$ (1750°C).
7. $2TiO_2 + CO = Ti_2O_3 + CO_2$ (800°C).
8. $3TiO_2 + Ti = 2Ti_2O_3$(tím) [900 - 1000°C).
   $TiO_2 + Ti = 2TiO$(vàng) [1400 - 1500°C].
9. $TiO_2 + 2C(\text{cốc}) + 2Cl_2 = TiCl_4 + 2CO$ (600 - 800°C).
10. $TiO_2 \xrightarrow[-CO_2]{M_2CO_3} M_2TiO_3, M_2Ti_2O_5, M_4TiO_4$ (900 - 1000°C; M = Na, K).


$TiO_2 + MCO_3 = (MTi)O_3 + CO_2$ (800-1100°C; M = Mg, Ca, Sr, Ba).
$TiO_2 + MO = (TiM)O_3$ (1200-1300°C; M = Pb, Mn, Fe, Co).

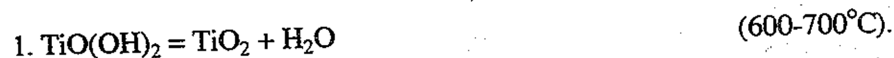

11. $2TiO_2 + 7C(cốc) + Fe_2O_3 = 2(Ti, Fe) + 7CO$ (1600 - 1700°C).

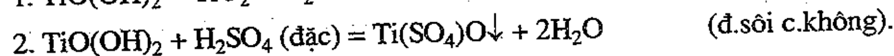

12. $TiO_2(l) \rightleftharpoons TiO^{2+} + O^{2-}$

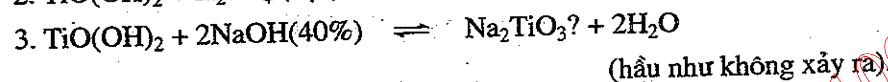
## 704. $TiO(OH)_2$ – TITAN ĐIHIĐROXIT–OXIT

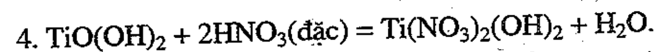
Trắng, vô định hình, phân huỷ khi nung. Hiđrat $TiO_2.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch nguội và tạo nên $TiO(OH)_2$ khi sấy khô. Hiđrat $TiO_2nH_2O$ mới kết tủa hoạt động hoá học và dễ pepti hoá. Khi đun sôi lâu huyền phù trong nước sẽ tạo nên $TiO(OH)_2$ do sự *ol* hoá (tạo liên kết [Ti–(OH)–Ti]) và *oxo* hoá (tạo nên liên kết [Ti–O–Ti]), sự "lão hoá" kết tủa làm giảm hoạt tính hoá học. Không phản ứng với nước, kiềm, hiđrat amoniac. Phản ứng với axit đặc, hiđro peoxit (phát hiện định tính). Điều chế, xem $706^{5-7}$, $710^{1,5}$.

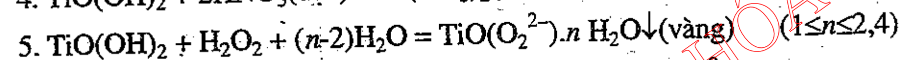
*M* = 97,89.

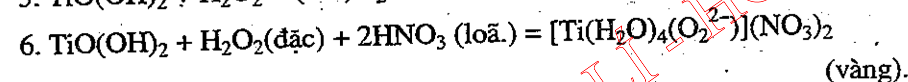

1. $TiO(OH)_2 = TiO_2 + H_2O$ (600-700°C).

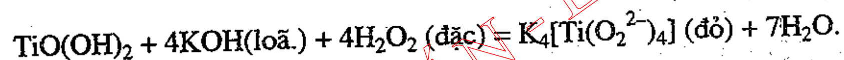

2. $TiO(OH)_2 + H_2SO_4$ (đặc) $= Ti(SO_4)O\downarrow + 2H_2O$ (đ.sôi c.không).


3. $TiO(OH)_2 + 2NaOH(40\%) \rightleftharpoons Na_2TiO_3? + 2H_2O$
(hầu như không xảy ra).


4. $TiO(OH)_2 + 2HNO_3$(đặc) $= Ti(NO_3)_2(OH)_2 + H_2O$.


5. $TiO(OH)_2 + H_2O_2 + (n\text{-}2)H_2O = TiO(O_2^{2-}).n\ H_2O\downarrow$(vàng) $(1 \le n \le 2{,}4)$


6. $TiO(OH)_2 + H_2O_2$(đặc) $+ 2HNO_3$ (loã.) $= [Ti(H_2O)_4(O_2^{2-})](NO_3)_2$
(vàng).


$TiO(OH)_2 + 4KOH$(loã.) $+ 4H_2O_2$ (đặc) $= K_4[Ti(O_2^{2-})_4]$ (đỏ) $+ 7H_2O$.

## 705. $Ti_2(SO_4)_3$ – TITAN(III) SUNFAT

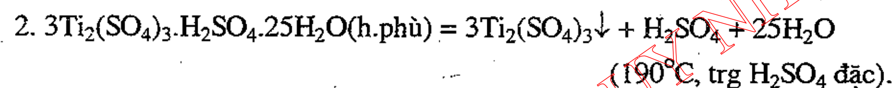
Lục, phân huỷ khi đun nóng. Tan rất ít trong nước, axit sunfuric đặc (kết tinh sản phẩm khan). Tan được nhờ tác dụng của axit sunfuric loãng, khi làm lạnh dung dịch sẽ kết tinh sonvat màu tím $3Ti_2(SO_4)_3.H_2SO_4.25H_2O$.

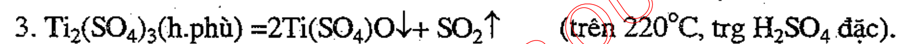


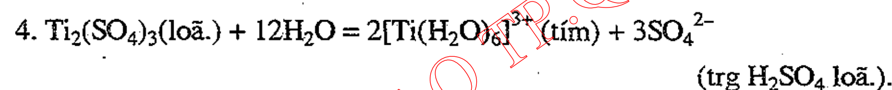
ít phản ứng với kiềm. Thể hiện tính oxi hoá - khử. Điều chế, xem $702^3$, $706^{8,9}$.

*M* = 383,95.


1. $Ti_2(SO_4)_3 = 2TiO_2 + 2SO_3 + SO_2$ (500 - 600°C).

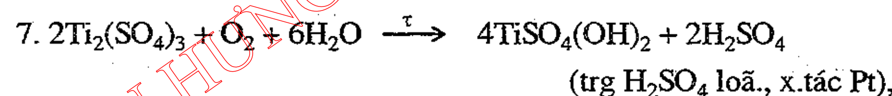

2. $3Ti_2(SO_4)_3.H_2SO_4.25H_2O$(h.phù) $= 3Ti_2(SO_4)_3\downarrow + H_2SO_4 + 25H_2O$
(190°C, trg $H_2SO_4$ đặc).

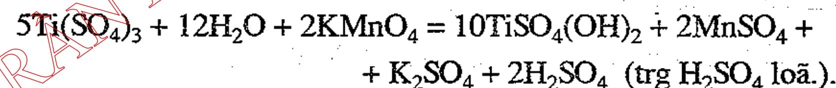

3. $Ti_2(SO_4)_3$(h.phù) $= 2Ti(SO_4)O\downarrow + SO_2\uparrow$ (trên 220°C, trg $H_2SO_4$ đặc).

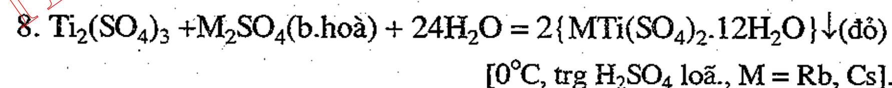

4. $Ti_2(SO_4)_3$(loã.) $+ 12H_2O = 2[Ti(H_2O)_6]^{3+}$(tím) $+ 3SO_4^{2-}$
(trg $H_2SO_4$ loã.).


5. $Ti_2(SO_4)_3(r) + 6NaOH$(loã.) $\rightleftharpoons 2Ti(OH)_3\downarrow$(tím) $+ 3Na_2SO_4$.


6. $Ti_2(SO_4)_3 + 2H^0(Zn, H_2SO_4$ loã.$) = 2TiSO_4 + H_2SO_4$


7. $2Ti_2(SO_4)_3 + O_2 + 6H_2O \xrightarrow{\tau} 4TiSO_4(OH)_2 + 2H_2SO_4$
(trg $H_2SO_4$ loã., x.tác Pt),


$5Ti(SO_4)_3 + 12H_2O + 2KMnO_4 = 10TiSO_4(OH)_2 + 2MnSO_4 +$
$+ K_2SO_4 + 2H_2SO_4$ (trg $H_2SO_4$ loã.).

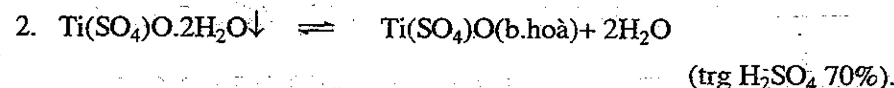

8. $Ti_2(SO_4)_3 + M_2SO_4$(b.hoà) $+ 24H_2O = 2\{MTi(SO_4)_2.12H_2O\}\downarrow$(đỏ)
[0°C, trg $H_2SO_4$ loã., M = Rb, Cs].

## 706. $Ti(SO_4)O$ – TITAN OXIT – SUNFAT

Trắng, nóng chảy và phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều (nhưng chậm) trong nước nguội đã axit hoá tạo nên dung dịch trong suốt. Tan ít trong axit sunfuric đặc. Tinh thể hiđrat $Ti(SO_4)O.2H_2O$ có cấu tạo $TiSO_4(OH)_2.H_2O$. Bị nước nóng, kiềm hiđrat amoniac, dung dịch cacbonat và sunfua kim loại kiềm phân huỷ. Bị sắt và kẽm khử trong môi trường axit. Điều chế, xem $704^2$, $705^2$, $711^3$.

*M* = 159,94; $t_{nc}$ = 580°C (phân huỷ); $k_t = 74^{(18\text{-}20)}$.


1. $Ti(SO_4)O = TiO_2 + SO_3$ (trên 580°C).


2. $Ti(SO_4)O.2H_2O\downarrow \rightleftharpoons Ti(SO_4)O$(b.hoà)$+ 2H_2O$
(trg $H_2SO_4$ 70%).

3. $Ti(SO_4)O + H_2O$ (hơi ẩm k.khí) $= TiSO_4(OH)_2$.

4. $Ti(SO_4)O$ (loã.) $+ 5H_2O$ (ngu.) $= [Ti(H_2O)_4(OH)_2]^{2+} + SO_4^{2-}$ (trg $H_2SO_4$ loã.).

5. $Ti(SO_4)O + 2H_2O$ (ngu.) $= TiO(OH)_2\downarrow + H_2SO_4$.

6. $Ti(SO_4)O + 2NaOH$(loã.) $= TiO(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$,

$Ti(SO_4)O + 2(NH_3.H_2O)$ (đặc) $= TiO(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$.

7. $Ti(SO_4)O + Na_2CO_3$(đặc) $+ H_2O$ (ng'.) $= TiO(OH)_2\downarrow + CO_2\uparrow + Na_2SO_4$.

8. $2Ti(SO_4)O + M + 2H_2SO_4$ (loã.) $= Ti_2(SO_4)_3 + MSO_4 + 2H_2O$ (M = Fe, Zn).

9. $4Ti(SO)O + 2H_2SO_4$(loã.) $\xrightarrow{\text{điện phân}}$ $2Ti_2(SO_4)_3$ (catôt) $+ O_2\uparrow$(anôt) $+ 2H_2O$

### 707. $TiF_4$ – TITAN (IV) FLORUA

Trắng, thăng hoa khi đun nóng nhẹ. Phản ứng mãnh liệt với nước. Bị kẽm khử. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 702[10].

$M = 123,87$; $d = 2,798$; $t_{nc} = 400°C$ (*p*); $k_{th} = 285,5°C$.

1. $TiF_4 + 3H_2O$ (ng') $= TiO(OH)_2\downarrow + 4HF$.
2. $TiF_4 + H_2O$ (hơi) $= Ti(O)F_2 + 2HF$ (100-120°C).
3. $TiF_4 + 4NaOH$ (loã.) $= TiO(OH)_2\downarrow + 4NaF + H_2O$.
4. $TiF_4 + 2HF$ (đặc) $= H_2[TiF_6]$,

$H_2[TiF_6]$ (loã.) $+ 2H_2O \rightleftharpoons H_2[Ti(OH)_2F_4] + 2HF$.

5. $TiF_4 + 2MF$(đặc) $= M_2[TiF_6]\downarrow$(trắng) ($M = Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, Tl^+, NH_4^+$).

6. $2TiF_4 + Zn + 6MF = 2M_3[TiF_6]\downarrow + ZnF_2$ (trg HF đặc; M=Na, K).

### 708. $TiCl_2$ – TITAN (II) CLORUA

Đen, không bền nhiệt, nhạy cảm hết sức với hơi ẩm và $O_2$ trong không khí. Tan ít trong nước lạnh, phản ứng với nước ở nhiệt độ thường. Bị axit, kiềm phân huỷ. Chất khử mạnh. Điều chế, xem 709[1,8], 710[9].

$M = 118,79$; $d = 3,13$; $t_{nc} = 1035°C$ (*p*).



1. $2TiCl_2 = TiCl_4 + Ti$ (trên 475°C, c.không).
2. $TiCl_2$ (*r*) $+ 6H_2O \rightleftharpoons Ti(H_2O)_6]^{2+} + 2Cl^-$ (0°C).

$2TiCl_2 + 12H_2O \xrightarrow{\tau} 2[Ti(H_2O)_5(OH)]Cl_2 + H_2\uparrow$ (*t* thường).

3. $2TiCl_2 + 2HCl$ (loã.) $= 2TiCl_3 + H_2\uparrow$.
4. $TiCl_2 + 2NaOH$ (đặc) $= Ti(OH)_2 + 2NaCl$ (0°C,trg khí quyển $H_2$).

$2Ti(OH)_2$ (h.phù) $+ O_2$(k.khí) $\xrightarrow{\text{nhanh}}$ $2TiO(OH)_2\downarrow$ (*t* thường).

5. $TiCl_2 + O_2 = TiO_2 + Cl_2$ (*t* thường).
6. $TiCl_2 + 2Na(C_5H_5) = [Ti(C_5H_5)_2]$(trắng)$+ 2NaCl\downarrow$ (đ.sôi, trg benzen).

### 709. $TiCl_3$ – TITAN (III) CLORUA

Tím thẫm, thăng hoa khi đun nóng vừa phải, phân huỷ khi đun nóng mạnh. Tan nhiều (nhưng chậm) trong nước (bị thuỷ phân ở cation), tan ít hơn trong axit clohiđric đặc. Tinh thể hiđrat tím nhạt $TiCl_3.6H_2O$ là phức chất aqua $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$, có đồng phân màu lục không bền $[Ti(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$. Bị kiềm phân huỷ. Chất khử mạnh: bị oxi, sunfu đioxit oxi hoá. Chất oxi hoá rất yếu: bị hiđro nguyên tử khử, bị titan ở nhiệt độ cao khử. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 702[2], 708[3], 710[7-9,14].

$M = 154,24$; $d = 2,64$; $t_{nc} = 730°C$ (*p*).

1. $2TiCl_3 = TiCl_4 + TiCl_2$ (440 - 700°C).
2. $TiCl_3.6H_2O\downarrow \rightleftharpoons TiCl_3$(b.hoà) $+ 6H_2O$ (0°C, trg HCl đặc).
3. $TiCl_3$(loã.) $+ 6H_2O \rightleftharpoons [Ti(H_2O)_6]^{3+} + 3Cl^-$,

$[Ti(H_2O)_6]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Ti(H_2O)_5(OH)]^{2+} + H_3O^+$; $pK_a = 2,25$.

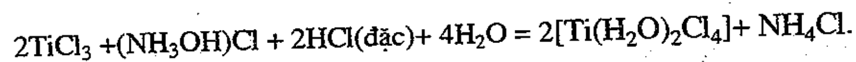
4. $TiCl_3 + 3NaOH$(loã.) $= Ti(OH)_3\downarrow + 3NaCl$ (trg khí quyển $N_2$),

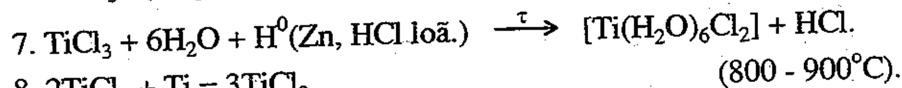
$2Ti(OH)_3$(h.phù) $+ O_2 \xrightarrow{\tau} 2TiO(OH)_2\downarrow + H_2O_2$.

5. $4TiCl_3 + 4HCl$(đặc) $+ O_2 + 6H_2O = 4[Ti(H_2O)_2Cl_4]$ (x.tác Pt),

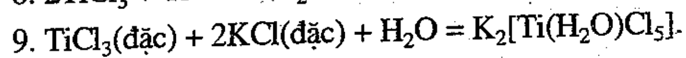
$5TiCl_3 + 8HCl$(đặc) $+ KMnO_4 + 6H_2O = 5[Ti(H_2O)_2Cl_4] + KCl + MnCl_2$.

6. $4TiCl_3 + 4HCl$(đặc) $+ SO_2 + 6H_2O = 4[Ti(H_2O)_2Cl_4] + S\downarrow$,


$2TiCl_3 + (NH_3OH)Cl + 2HCl(đặc) + 4H_2O = 2[Ti(H_2O)_2Cl_4] + NH_4Cl.$


7. $TiCl_3 + 6H_2O + H^0(Zn, HCl\ loã.) \xrightarrow{\tau} [Ti(H_2O)_6Cl_2] + HCl.$


8. $2TiCl_3 + Ti = 3TiCl_2$ (800 - 900°C).

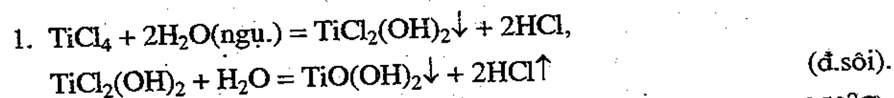

9. $TiCl_3(đặc) + 2KCl(đặc) + H_2O = K_2[Ti(H_2O)Cl_5].$

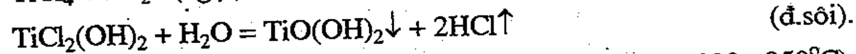

10. $TiCl_3 + 6KX = K_3[TiX_6] + 3KCl\downarrow$ (trg axetonitryl; $X = CN^-, NCS^-$).

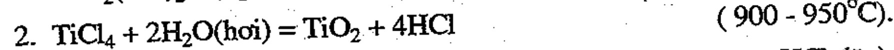
### 710. $TiCl_4$ – TITAN (IV) CLORUA

Chất lỏng không màu, dễ sôi. Phân huỷ trong không khí ẩm (bốc khói). Dễ trộn lẫn với cacbon tetraclorua, axit clohiđric đặc, $SiCl_4$ lỏng và $GeCl_4$ lỏng. Rất có khả năng phản ứng: phản ứng với nước, kiềm, hiđrat amoniac, chất khử điển hình. Tham gia phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem 702[10], 703[9], 709[1].

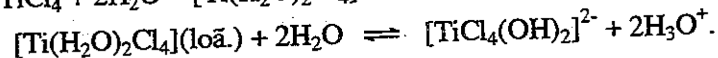
$M = 189{,}69;\ d = 1{,}726;\ t_{nc} = -24{,}1°C;\ t_s = 136{,}4°C.$

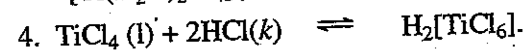

1. $TiCl_4 + 2H_2O(ngu.) = TiCl_2(OH)_2\downarrow + 2HCl,$

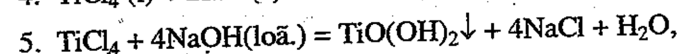

$TiCl_2(OH)_2 + H_2O = TiO(OH)_2\downarrow + 2HCl\uparrow$ (đ.sôi).

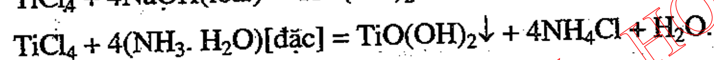

2. $TiCl_4 + 2H_2O(hơi) = TiO_2 + 4HCl$ (900 - 950°C).


3. $TiCl_4 + 2H_2O = [Ti(H_2O)_2Cl_4]$ (trg HCl đặc),

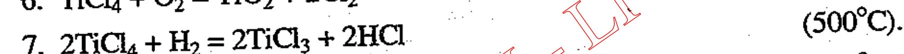

$[Ti(H_2O)_2Cl_4](loã.) + 2H_2O \rightleftharpoons [TiCl_4(OH)_2]^{2-} + 2H_3O^+.$


4. $TiCl_4\ (l) + 2HCl(k) \rightleftharpoons H_2[TiCl_6].$


5. $TiCl_4 + 4NaOH(loã.) = TiO(OH)_2\downarrow + 4NaCl + H_2O,$

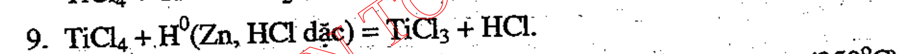

$TiCl_4 + 4(NH_3.H_2O)[đặc] = TiO(OH)_2\downarrow + 4NH_4Cl + H_2O.$

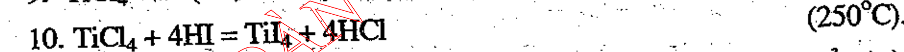

6. $TiCl_4 + O_2 = TiO_2 + 2Cl_2$ (1000 - 1200°C).


7. $2TiCl_4 + H_2 = 2TiCl_3 + 2HCl$ (500°C).

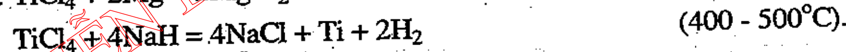

8. $3TiCl_4 + Ti = 4TiCl_3$ (500°C),


$TiCl_4 + Ti = 2TiCl_2$ (800 - 900°C).

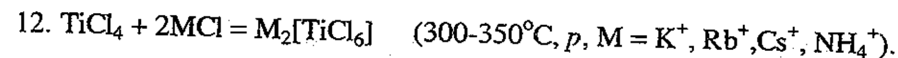

9. $TiCl_4 + H^0(Zn, HCl\ đặc) = TiCl_3 + HCl.$

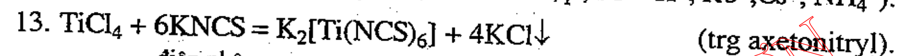

10. $TiCl_4 + 4HI = TiI_4 + 4HCl$ (250°C).

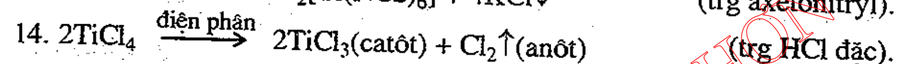

11. $TiCl_4 + 2Mg = 2MgCl_2 + Ti$ (800 - 850°C, trg khí quyển Ar),


$TiCl_4 + 4NaH = 4NaCl + Ti + 2H_2$ (400 - 500°C).




12. $TiCl_4 + 2MCl = M_2[TiCl_6]$ (300-350°C, $p$, $M = K^+, Rb^+, Cs^+, NH_4^+$).

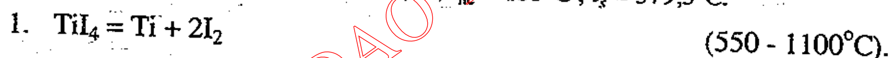

13. $TiCl_4 + 6KNCS = K_2[Ti(NCS)_6] + 4KCl\downarrow$ (trg axetonitryl).


14. $2TiCl_4 \xrightarrow{\text{điện phân}} 2TiCl_3(catôt) + Cl_2\uparrow(anôt)$ (trg HCl đặc).

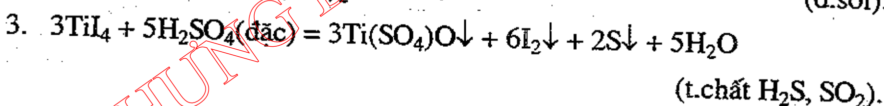
### 711. $TiI_4$ – TITAN(IV)IOTĐUA

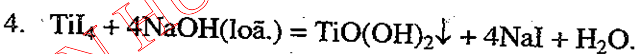
Nâu-đỏ, dễ nóng chảy, dễ sôi. Phân huỷ khi đun nóng mạnh. Bị thuỷ phân. Phản ứng với axit sunfuric đặc, kiềm. Tạo nên phức chất iodo. Điều chế, xem 702[11], 710[10].

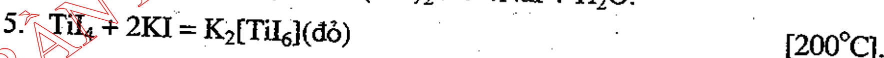
$M = 555{,}50;\ d = 4{,}40;\ t_{nc} = 155°C;\ t_s = 379{,}5°C.$


1. $TiI_4 = Ti + 2I_2$ (550 - 1100°C).


2. $TiI_4 + 3H_2O = TiO(OH)_2\downarrow + 4HI$ (đ.sôi).


3. $3TiI_4 + 5H_2SO_4(đặc) = 3Ti(SO_4)O\downarrow + 6I_2\downarrow + 2S\downarrow + 5H_2O$ (t.chất $H_2S$, $SO_2$).


4. $TiI_4 + 4NaOH(loã.) = TiO(OH)_2\downarrow + 4NaI + H_2O.$

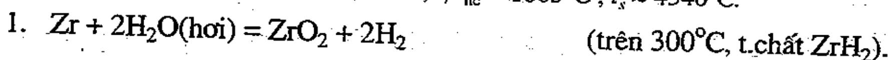

5. $TiI_4 + 2KI = K_2[TiI_6]$(đỏ) [200°C].

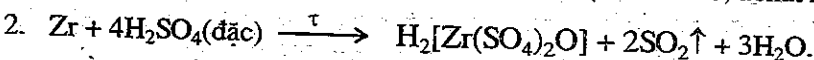
## ZICONI

### 712. Zr – ZICONI

Trắng, tương đối dẻo (giòn khi có mặt tạp chất $ZrO_2$, $ZrN$, $ZrC$, $ZrH_2$), khó nóng chảy, khó sôi. Không bị mờ đục trong không khí. Bột rất mịn tự cháy. Bền với ăn mòn trong môi trường ăn mòn hoá học. Không phản ứng với nước, axit clohiđric, kiềm (ngay trong thể nóng chảy), hiđrat amoniac. Không tạo nên aquacation đơn giản. Tan được nhờ tác dụng của axit sunfuric đặc, axit flohiđric, cường toan. Phản ứng với oxi, halogen, lưu huỳnh, với nitơ khi đun nóng. Chất khử yếu. Hấp thụ những lượng rõ rệt $H_2$ và $O_2$. Quan trọng trong công nghiệp là hợp kim với sắt feroziconi (40% Zr). Điều chế, xem 713[7], 717[6], 719[1].

$M = 91{,}224;\ d = 6{,}5;\ t_{nc} = 1885°C;\ t_s \approx 4340°C.$


1. $Zr + 2H_2O(hơi) = ZrO_2 + 2H_2$ (trên 300°C, t.chất $ZrH_2$).


2. $Zr + 4H_2SO_4(đặc) \xrightarrow{\tau} H_2[Zr(SO_4)_2O] + 2SO_2\uparrow + 3H_2O.$

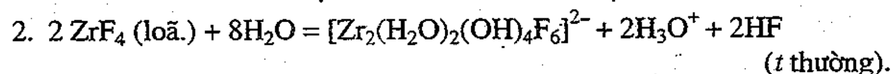
## 716. $ZrF_4$ – ZICONI (IV) FLORUA

Trắng, thăng hoa khi đun nóng mạnh. Tan ít trong nước nguội. Tinh thể hiđrat $ZrF_4.3H_2O$ có cấu tạo $[Zr_2(H_2O)_6F_6]F_2$. Bị nước nóng, axit đặc phân huỷ. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 712[7].

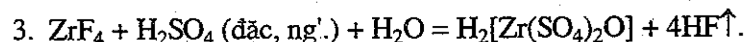
$M = 167{,}22$; $d = 4{,}6$; $t_{th} > 600°C$; $t_{nc} = 910°C$ (p);

$k_t = 1{,}5^{(25)}$; $1{,}39^{(50)}$.


1. $ZrF_4 . 3H_2O = ZrF_4 + 3H_2O$ (80-100°C, c.không).

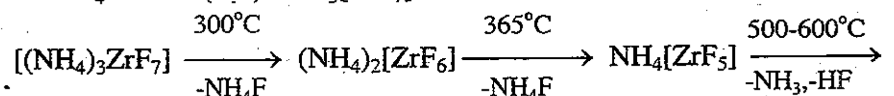

2. $2\,ZrF_4$ (loã.) $+ 8H_2O = [Zr_2(H_2O)_2(OH)_4F_6]^{2-} + 2H_3O^+ + 2HF$ (t thường).


$ZrF_4 + 3H_2O = ZrOF_2 . 2H_2O\downarrow + 2HF$ (trên 50°C).


3. $ZrF_4 + H_2SO_4$ (đặc, ng'.) $+ H_2O = H_2[Zr(SO_4)_2O] + 4HF\uparrow$.


4. $ZrF_4 + H_2O = H_2[ZrOF_4]$ (trg HF đặc).

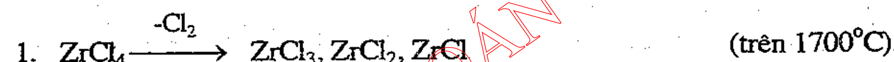

5. $ZrF_4 + 3MF$ (đặc) $= M_3[ZrF_7]$ ($M = Na^+, NH_4^+$).

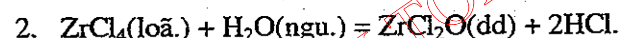

$$[(NH_4)_3ZrF_7] \xrightarrow[-NH_4F]{300°C} (NH_4)_2[ZrF_6] \xrightarrow[-NH_4F]{365°C} NH_4[ZrF_5] \xrightarrow[-NH_3,-HF]{500-600°C} ZrF_4$$

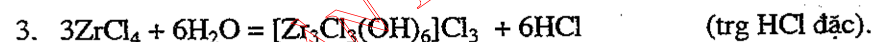
## 717. $ZrCl_4$ – ZICONI (IV) CLORUA

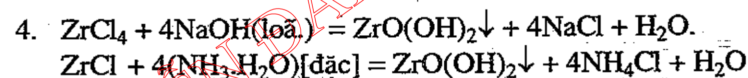
Trắng, rất dễ bay hơi, chỉ nóng chảy dưới áp suất dư. Bị nước, axit, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Phản ứng với oxi. Bị kim loại điển hình, siconi khử. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 712[7], 713[5], 715[7], 718[1].

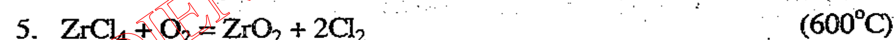
$M = 233{,}04$; $d = 2{,}80$; $t_{th} = 331°C$; $t_{nc} = 437 - 438°C$ (p).


1. $ZrCl_4 \xrightarrow{-Cl_2} ZrCl_3, ZrCl_2, ZrCl$ (trên 1700°C).


2. $ZrCl_4$(loã.) $+ H_2O$(ngu.) $= ZrCl_2O$(dd) $+ 2HCl$.


3. $3ZrCl_4 + 6H_2O = [Zr_3Cl_3(OH)_6]Cl_3 + 6HCl$ (trg HCl đặc).


4. $ZrCl_4 + 4NaOH$(loã.) $= ZrO(OH)_2\downarrow + 4NaCl + H_2O$.
$ZrCl + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] $= ZrO(OH)_2\downarrow + 4NH_4Cl + H_2O$

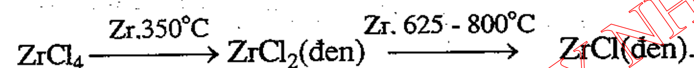

5. $ZrCl_4 + O_2 = ZrO_2 + 2Cl_2$ (600°C).

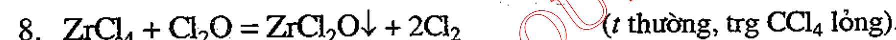

6. $ZrCl_4 + 4Na = Zr + 4NaCl$ (500°C, c.không)



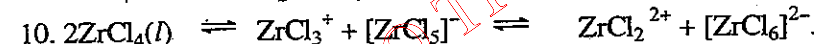

$ZrCl_4 + 2Mg = Zr + 2MgCl_2$ (700°C).


7. $3ZrCl_4 + Zr = 4ZrCl_3$(lục) [460 - 500°C, p].


$$ZrCl_4 \xrightarrow{Zr, 350°C} ZrCl_2(\text{đen}) \xrightarrow{Zr, 625-800°C} ZrCl(\text{đen}).$$


8. $ZrCl_4 + Cl_2O = ZrCl_2O\downarrow + 2Cl_2$ (t thường, trg $CCl_4$ lỏng).


9. $ZrCl_4 + 2KCl = K_2[ZrCl_6]$ (500°C, p).


10. $2ZrCl_4(l) \rightleftharpoons ZrCl_3^+ + [ZrCl_5]^- \rightleftharpoons ZrCl_2^{2+} + [ZrCl_6]^{2-}$.

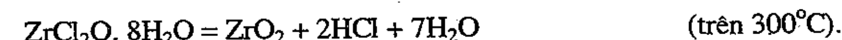
## 718. $ZrCl_2O$ – ZICONI OXIT ĐICLORUA

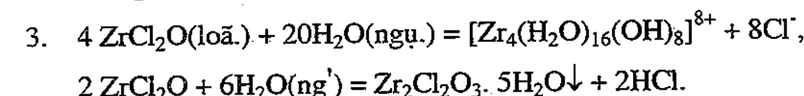
Trắng, phân huỷ khi nóng chảy. Tan nhiều trong nước nguội, tan ít hơn nhiều trong axit clohiđric đặc. Tinh thể hiđrat $ZrCl_2O.8H_2O$ có cấu tạo $[Zr_4(H_2O)_{16}(OH)_8]Cl_8.12H_2O$. Phản ứng với nước nóng, hơi nước nóng, axit, kiềm, hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 714[3], 717[2,9].

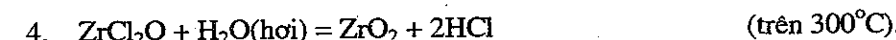
$M = 178{,}13$; $d = 1{,}91$(t.thể); $t_{nc} = 115°C$(*phân huỷ*); $k_t = 51{,}8^{(20)}$; $85^{(60)}$.

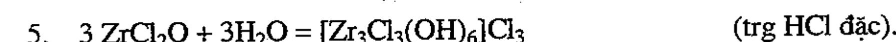

1. $2ZrCl_2O = ZrCl_4 + ZrO_2$ (trên 250°C).


2. $ZrCl_2O. 8H_2O = ZrCl_2O + 8H_2O$ (115 - 150°C),

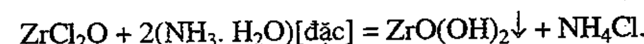

$ZrCl_2O. 8H_2O = ZrO_2 + 2HCl + 7H_2O$ (trên 300°C).

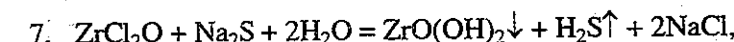

3. $4\,ZrCl_2O$(loã.) $+ 20H_2O$(ngu.) $= [Zr_4(H_2O)_{16}(OH)_8]^{8+} + 8Cl^-$,
$2\,ZrCl_2O + 6H_2O$(ng') $= Zr_2Cl_2O_3. 5H_2O\downarrow + 2HCl$.

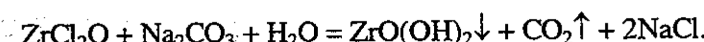

4. $ZrCl_2O + H_2O$(hơi) $= ZrO_2 + 2HCl$ (trên 300°C).

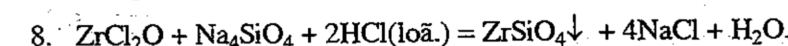

5. $3\,ZrCl_2O + 3H_2O = [Zr_3Cl_3(OH)_6]Cl_3$ (trg HCl đặc).


6. $ZrCl_2O + 2NaOH$(loã.) $= ZrO(OH)_2\downarrow + 2NaCl$,


$ZrCl_2O + 2(NH_3. H_2O)$[đặc] $= ZrO(OH)_2\downarrow + NH_4Cl$.


7. $ZrCl_2O + Na_2S + 2H_2O = ZrO(OH)_2\downarrow + H_2S\uparrow + 2NaCl$,


$ZrCl_2O + Na_2CO_3 + H_2O = ZrO(OH)_2\downarrow + CO_2\uparrow + 2NaCl$.


8. $ZrCl_2O + Na_4SiO_4 + 2HCl$(loã.) $= ZrSiO_4\downarrow + 4NaCl + H_2O$.

### 719. $ZrI_4$ – ZICONI (IV) IOĐUA

Da cam - vàng, bay hơi khi đun nóng vừa phải, phân huỷ khi nung. Bị thuỷ phân, phản ứng với axit, kiềm, amoniac với amoniac ở nhiệt độ cao. Điều chế, xem 712[9].

$M = 598{,}84$; $d = 4{,}76$; $t_{nc} = 500°C$; $t_{th} = 418°C$.

1. $ZrI_4 = Zr + 2I_2$ (1300 - 1400°C).
2. $ZrI_4 + H_2O = ZrI_2O\downarrow + 2HI$.
3. $ZrI_4 + 4H_2SO_4$(đặc) $= H_2[Zr(SO_4)_2O] + 2I_2\downarrow + 2SO_2 + 3H_2O$.
4. $ZrI_4 + 4NaOH$(loã.) $= ZrO(OH)_2\downarrow + 4NaI + H_2O$.
5. $2ZrI_4 + 2NH_3 = 2ZrN + 3H_2 + 4I_2$ (1000°C).

## HAFNI – KUSATOVI

### 720. Hf – HAFNI

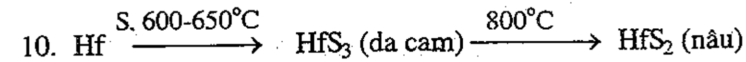
Trắng, khá nặng, cứng hơn ziconi, khó nóng chảy, khó sôi. Bị mờ đục trong không khí. Bột rất mịn tự cháy. Bền với ăn mòn hoá học. Không phản ứng với nước, axit clohiđric, kiềm (cả khi nóng chảy), hiđrat amoniac. Tan được trong axit sunfuric đặc, axit flohiđric đặc, cường thuỷ. Bị oxi hoá ở nhiệt độ thường (chậm hơn ziconi), phản ứng với halogen, lưu huỳnh, nitơ. Điều chế, xem 724[6], 726[1].

$M = 178{,}49$; $d = 13{,}29$; $t_{nc} = 2230°C$; $t_s \approx 4620°C$.

1. $Hf + 2H_2O$(hơi) $= HfO_2 + 2H_2$ (300°C, t.chất $HfH_2$).
2. $Hf + 4H_2SO_4$(đặc) $= H_2[Hf(SO_4)_2O] + 2SO_2\uparrow + 3H_2O$.
3. $Hf + 6HCl$(đặc) $+ 4HNO_3$(đặc) $= [Hf_3Cl_3(OH)_6]Cl_3 + 4NO\uparrow + 2H_2O$.
4. $Hf + 4HF$(đặc) $+ H_2O = H_2[HfOF_4] + 2H_2\uparrow$.
5. $Hf + H_2 \underset{\text{trên } 400°C}{\overset{100\text{-}350°C}{\rightleftharpoons}} HfH_2$(xanh)
6. $Hf + O_2 = HfO_2$ (700°C).
7. Hf(bột) $+ 2E_2 = HfE_4$ (200-400°C; E = F, Cl).
8. $Hf + 2Br_2 = HfBr_4$ (trắng) [320-350°].



9. $Hf + 2I_2 = HfI_4$ (300-500°C, *p*).



10. $Hf \xrightarrow{S,\ 600\text{-}650°C} HfS_3$ (da cam) $\xrightarrow{800°C} HfS_2$ (nâu)
11. $2Hf + N_2 = 2HfN$ (nâu) (700-800°C).

### 721. $HfO_2$ – HAFNI (IV) OXIT

Trắng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không phản ứng với nước. Hiđrat màu vàng $HfO_2.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch, khi đun nóng biến thành $HfO(OH)_2$. Bền hoá học, nhất là dạng đã nung. Không phản ứng với axit clohiđric, axit nitric, kiềm trong dung dịch, hiđrat amoniac. Bị axit sunfuric đặc phân huỷ, tan được trong dung dịch axit flohiđric đặc. Ở nhiệt độ cao bị halogen hoá và phản ứng với hiđroxit của những kim loại điển hình. Bị cacbon khử. Điều chế, xem 720[1,6], 722[1], 724[5], 725[1,2,4].

$M = 210{,}49$; $d = 9{,}68$; $t_{nc} = 2790°C$; $t_s \approx 5400°C$.

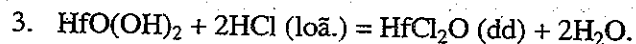
1. $HfO_2 . nH_2O = HfO(OH)_2 + (n-1)H_2O$ (140-200°C).
2. $HfO_2\ (r) + 2H_2O \rightleftharpoons Hf^{IV} + 4OH^-$; $pT_t^{25} = 63{,}94$.
3. $HfO_2 + 2H_2SO_4$ (60%) $\xrightarrow{\tau} Hf(SO_4)_2\downarrow + 2H_2O$.
4. $HfO_2 + 4HF$ (đặc) $= H_2[HfOF_4] + H_2O$.
5. $HfO_2 + C$ (t.chì) $+ 2E_2 = HfE_4 + CO_2$ (trên 500°C; E = Br, Cl).
   $HfO_2 + 4HF = HfF_4 + 2H_2O$ (500-550°C).
6. $HfO_2 + 2MOH = M_2HfO_3 + H_2O$ (1000-1100°C; M = Na, K).

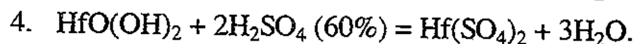
### 722. $HfO(OH)_2$ – HAFNI ĐIHIĐROXIT–OXIT

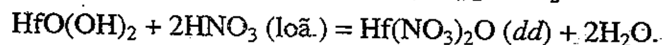
Trắng, vô định hình, không bền nhiệt. Không tan trong nước hiđrat màu vàng $HfO_2.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch, khi đun nóng biến thành $HfO(OH)_2$. Mất hoạt tính hoá học ("lão hoá") khi để dưới dung dịch, bị kiềm pepti hoá trong điều kiện đặc biệt. Bị axit phân huỷ. Điều chế, xem 721[1], 724[4], 725[6,7], 726[4].

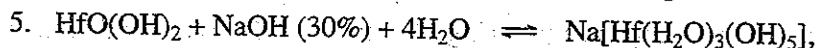
$M = 228{,}50$.

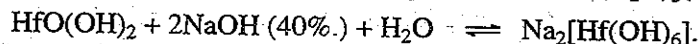
1. $HfO(OH)_2 = HfO_2 + H_2O$ (600-1000°C)
2. $HfO(OH)_2\ (r) + H_2O \rightleftharpoons Hf^{IV} + 4OH^-$; $pT_t^{25} = 28{,}90$.


3. $HfO(OH)_2 + 2HCl$ (loã.) $= HfCl_2O$ (dd) $+ 2H_2O$.


4. $HfO(OH)_2 + 2H_2SO_4$ (60%) $= Hf(SO_4)_2 + 3H_2O$.


$HfO(OH)_2 + 2HNO_3$ (loã.) $= Hf(NO_3)_2O$ (*dd*) $+ 2H_2O$.


5. $HfO(OH)_2 + NaOH$ (30%) $+ 4H_2O \rightleftharpoons Na[Hf(H_2O)_3(OH)_5]$,

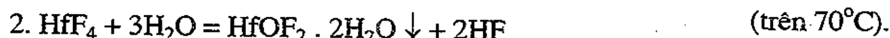

$HfO(OH)_2 + 2NaOH$ (40%.) $+ H_2O \rightleftharpoons Na_2[Hf(OH)_6]$.

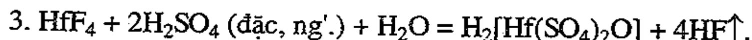
### 723. $HfF_4$ – HAFNI (IV) FLORUA

Trắng, thăng hoa khi đun nóng. Không tan trong nước nguội. Tinh thể hydrat $HfF_4.3H_2O$ có cấu tạo $[Hf_2(H_2O)_6F_6]F_2$. Bị nước nóng, axit sunfuric đặc phân huỷ. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 720[7], 721[5], 724[9].

$M = 254{,}48$; $d = 7{,}13$; $t_{th} > 970°C$; $t_{nc} \approx 1020°C$ (*p*); $pT_t^{25} = 24{,}52$.

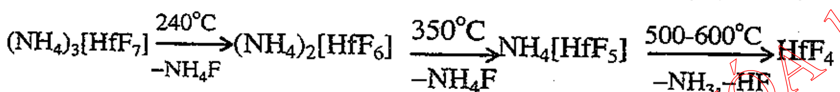

1. $HfF_4 . 3H_2O = HfF_4 + 3H_2O$ (80-100°C, c.không).


2. $HfF_4 + 3H_2O = HfOF_2 . 2H_2O \downarrow + 2HF$ (trên 70°C).


3. $HfF_4 + 2H_2SO_4$ (đặc, ng'.) $+ H_2O = H_2[Hf(SO_4)_2O] + 4HF\uparrow$.


4. $HfF_4 + H_2O = H_2[HfOF_4]$ (trg HF đặc).


5. $HfF_4 + 3MF$ (đặc) $= M_3[HfF_7]$ ($M = Na^+, NH_4^+$).


$$(NH_4)_3[HfF_7] \xrightarrow[-NH_4F]{240°C} (NH_4)_2[HfF_6] \xrightarrow[-NH_4F]{350°C} NH_4[HfF_5] \xrightarrow[-NH_3,\ -HF]{500\text{-}600°C} HfF_4$$


6. $HfF_4 + 4LiF = Li_4[HfF_8]$ (900°C),

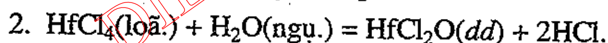

$HfF_4 + 2MF = M_2[HfF_6]$ (700-900°C; M = K, Br, Cs).

### 724. $HfCl_4$ – HAFNI (IV) CLORUA

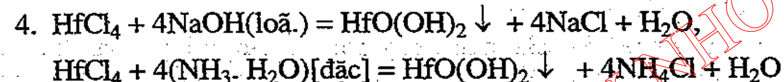
Trắng, rất dễ bay hơi, chỉ nóng chảy dưới áp suất dư. Nhạy cảm với hơi ẩm của không khí (bốc khói). Bị nước, axit, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Phản ứng với oxi. Bị kim loại điển hình, hafni khử. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 720[7], 721[5], 725[1].

$M = 320{,}30$; $t_{nc} = 435°C$ (*p*); $t_{th} = 315°C$.

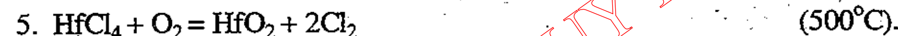

1. $HfCl_4 \xrightarrow{-Cl_2} HfCl_3, HfCl_2, HfCl$ (trên1700°C).


2. $HfCl_4$(loã.) $+ H_2O$(ngu.) $= HfCl_2O(dd) + 2HCl$.


3. $3HfCl_4 + 6H_2O = [Hf_3Cl_3(OH)_6]Cl_3 + 6HCl$ (trg HCl đặc).


4. $HfCl_4 + 4NaOH$(loã.) $= HfO(OH)_2\downarrow + 4NaCl + H_2O$,

$HfCl_4 + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] $= HfO(OH)_2\downarrow + 4NH_4Cl + H_2O$


5. $HfCl_4 + O_2 = HfO_2 + 2Cl_2$ (500°C).

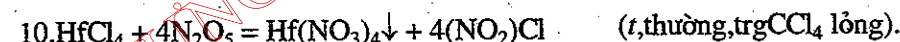

6. $HfCl_4 + 4Na = Hf + 4NaCl$ (450 - 500°C, c.không),

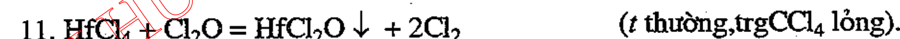

$HfCl_4 + 2Mg = Hf + 2MgCl_2$ (650 - 700°C).


7. $3HfCl_4 + Hf = 3HfCl_3$(lục) (500°C, *p*).


8. $HfCl_4 \xrightarrow{Hf,\ 350°C} HfCl_2$(đen) $\xrightarrow{Hf,\ 625\text{-}800°C} HfCl$(đen) .


9. $HfCl_4 + 4HF(l) = HfF_4 + 4HCl$.


10. $HfCl_4 + 4N_2O_5 = Hf(NO_3)_4\downarrow + 4(NO_2)Cl$ (*t*,thường,trgCCl₄ lỏng).


11. $HfCl_4 + Cl_2O = HfCl_2O\downarrow + 2Cl_2$ (*t* thường,trg$CCl_4$ lỏng).


12. $HfCl_4 + 2KCl = K_2[HfCl_6]$ (500°C, *p*).


13. $2HfCl_4(l) \rightleftharpoons HfCl_3^+ + [HfCl_5]^- \rightleftharpoons HfCl_2^{2+} + [HfCl_6]^{2-}$.

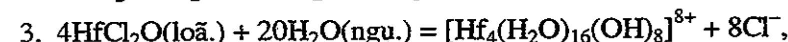
### 725. $HfCl_2O$ – HAFNI OXIT – ĐICLORUA

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước, tan ít hơn trong axit clohiđric đặc. Tinh thể hiđrat $HfCl_2O.8H_2O$ có cấu tạo $[Hf_4(H_2O)_{16}(OH)_8]Cl_8.12H_2O$. Phản ứng với nước nóng, hơi nước nóng, axit, kiềm, hiđrat amoniac. Điều chế, xem 722[3], 724[2,11].

$M = 265{,}40$.

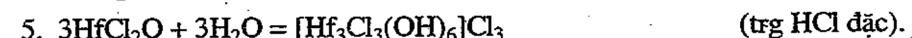

1. $2HfCl_2O = HfCl_4 + HfO_2$ ( trên 300°C).


2. $HfCl_2O.8H_2O = HfCl_2O + 8H_2O$ ( trên 65°C).

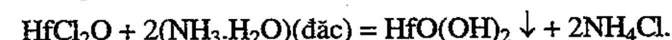

3. $4HfCl_2O$(loã.) $+ 20H_2O$(ngu.) $= [Hf_4(H_2O)_{16}(OH)_8]^{8+} + 8Cl^-$,

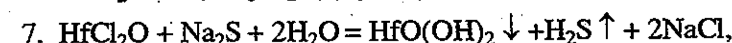

$2HfCl_2O + 6H_2O(ng') = Hf_2Cl_2O_3.5H_2O\downarrow + 2HCl$.


4. $HfCl_2O + H_2O$(*hơi*) $= HfO_2 + 2HCl$ ( trên 300°C).


5. $3HfCl_2O + 3H_2O = [Hf_3Cl_3(OH)_6]Cl_3$ (trg HCl đặc).


6. $HfCl_2O + 2NaOH$(loã.) $= HfO(OH)_2\downarrow + 2NaCl$,


$HfCl_2O + 2(NH_3.H_2O)$(đặc) $= HfO(OH)_2\downarrow + 2NH_4Cl$.


7. $HfCl_2O + Na_2S + 2H_2O = HfO(OH)_2\downarrow + H_2S\uparrow + 2NaCl$,


$HfCl_2O + Na_2CO_3 + H_2O = HfO(OH)_2\downarrow + CO_2\uparrow + 2NaCl.$

### 726. $HfI_4$ – HAFNI(IV) IOĐUA

Nâu-vàng (tinh thể lớn màu nâu), bay hơi khi đun nóng, phân huỷ khi nung. Bị thuỷ phân, phản ứng với axit, kiềm, với amoniac ở nhiệt độ cao. Điều chế, xem 720[9].

$M = 686{,}11;\ \ d = 5{,}60;\ \ t_{nc} = 449 - 455^\circ C\ (p);\ \ \ t_{th} = 392^\circ C.$

1. $HfI_4 = Hf + 2I_2$ (1100°C).
2. $HfI_4 + H_2O = HfI_2O\downarrow + 2HI.$
3. $HfI_4 + 4H_2SO_4(\text{đặc}) = H_2[Hf(SO_4)_2O] + 2I_2\downarrow + 2SO_2\uparrow + 3H_2O$
4. $HfI_4 + 4NaOH(\text{loãng}) = HfO(OH)_2\downarrow + 4NaI + H_2O.$
5. $2HfI_4 + 2NH_3 = 2HfN + 3H_2 + 4I_2$ (900 - 1000°C).

### 727. Ku – KUSATOVI

Kim loại phóng xạ, đồng vị sống lâu nhất là $^{261}Ku$ (chu kì bán rã 65 giây). Giống Hf về hoá học, số oxi hoá bền là (+IV). Phản ứng với clo ở 300-350°C tạo nên $KuCl_4$. $KuCl_4$ và $HfCl_4$ ở có tính bay hơi giống nhau. Giống Hf, nó có khả năng cao tạo thành phức chất anion trong dung dịch. Những tính chất hoá học khác chưa nghiên cứu. Những vi lượng Ku được tổng hợp khi bắn phá Pu, Cm, Bk hay Cf bằng các hạt nhân Ne, C, N hay O trong máy gia tốc. Năm 1995, Uỷ ban IUPAC đặt tên cho nguyên tố 104 là đupni, ký hiệu là Db.

$M = 261{,}109.$



## Chương 5 CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM VB

### VANAĐI

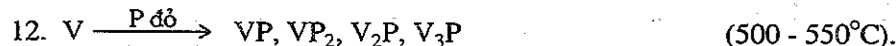
### 728. V – VANAĐI

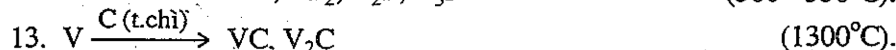
Kim loại xám nhạt, dẻo (rất cứng và giòn khi chứa VN và VC), khó nóng chảy. Không bị mờ đục trong không khí ẩm. Bột rất mịn tự cháy. Không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Trong dung dịch cation $V^{2+}$ có màu tím, $V^{3+}$ màu lục - chàm, $VO^{2+}$ màu chàm và $VO_2^+$ màu đỏ. Phản ứng với axit sunfuric đặc, axit clohiđric đặc, cường thuỷ, axit flohiđric, hiđro, oxi, halogen, lưu huỳnh, nitơ, photpho, cacbon, amoniac. Quan trọng trong công nghiệp là hợp kim với sắt ferovanađi (35-80%V). Điều chế, xem 729[10], 736[8], 740[1].

$M = 50{,}942;\ \ d = 5{,}96 - 6{,}12;\ \ t_{nc} = 1920^\circ C;\ \ t_s = 3450^\circ C.$

1. $V + 3H_2SO_4(\text{đặc ng}') = (VO)SO_4 + 2SO_2 + 3H_2O.$
2. $V + 6HNO_3(\text{đặc, ng}') = (VO_2)NO_3 + 5NO_2 + 3H_2O.$
3. $3V + 12HCl(\text{đặc}) + 4HNO_3(\text{đặc}) = 3VCl_4(l)\downarrow + 4NO\uparrow + 8H_2O.$
4. $2V + 12HF(\text{đặc, ng}') = 2H_3[VF_6] + 3H_2\uparrow.$
5. $4V + 4NaOH + 5O_2 = 4NaVO_3 + 2H_2O$ (500 -600°C).
   $4V + 12NaOH + 5O_2 = 4Na_3VO_4 + 6H_2O$ (750 - 900°C)
6. $2V + H_2 \underset{\text{trên } 900^\circ C}{\overset{\text{đến } 500^\circ C}{\rightleftharpoons}} 2VH(\text{xám}).$
7. $4V(\text{bột}) + 5O_2 = 2V_2O_5$ (400 - 500°C)
8. $2V + 5F_2 = 2VF_5$ (300°C, $p$),
   $V(\text{bột}) + 2Cl_2 = VCl_4$ (200 - 350°C, luồng $Cl_2$).
9. $V \xrightarrow{Br_2} VBr_2(\text{nâu}), VBr_3(\text{đen})$ [400 - 600°C],
   $V \xrightarrow{I_2} \alpha-VI_2(\text{đen}), \beta-VI_2(\text{đỏ}), VI_3(\text{đen})$ [300 - 500°C].
10. $V(\text{bột}) \xrightarrow{S} VS, VS_2, V_2S_3, V(S_2^{2-})_2$ (400 - 1000°C).
11. $2V + N_2 = 2VN$ (900 - 1350°C),


$V + VN = V_2N$ (1100 - 1400°C).


12. $V \xrightarrow{\text{P đỏ}} VP, VP_2, V_2P, V_3P$ (500 - 550°C).


13. $V \xrightarrow{\text{C (t.chì)}} VC, V_2C$ (1300°C).


14. $2V + 2NH_3 = 2VN + 3H_2$ ( 900 - 1350°C).

### 729. $V_2O_5$ – VANAĐI(V) OXIT

Khoáng vật navachoit và alait (hiđrat). Bột vô định hình màu da cam hoặc tinh thể nâu đỏ. Chưng cất được cùng với hơi nước. Nóng chảy không phân huỷ khi đun nóng. Phản ứng rất ít với nước, hiđrat màu vàng $V_2O_5.nH_2O$ (n = 1; 2; 3) kết tủa từ dung dịch. Trong những điều kiện đặc biệt tạo nên dung dịch keo. Thể hiện lưỡng tính (tính axit trội hơn): phản ứng với axit, kiềm. Phản ứng với những chất khử điển hình trong môi trường nước, bị hiđro, canxi và cacbon khử ở nhiệt độ cao. Điều chế, xem 728[7], 730[1,7], 732[1,3].

$M = 181,88$; $d = 3,357$; $t_{nc} = 690°C$; $t_s = 1800°C$ (*p*);
$k_t = 0,07^{(25 - 100)}$.

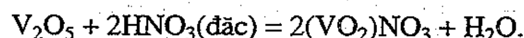

1. $2V_2O_5 = 4VO_2 + O_2$ (700 - 1250°C, t.chất $V_6O_{13}$).

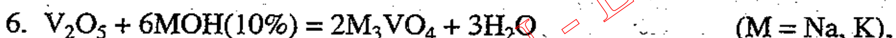

2. $5V_2O_5(r) + 7H_2O \rightleftharpoons H_2V_{10}O_{28}^{4-} + 4H_3O^+$ (xảy ra mức độ bé).

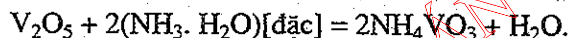

3. $V_2O_5 + 2H_2O(\text{hơi}) = H_4V_2O_7(k)$ (100°C).

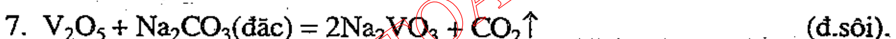

4. $V_2O_5 + 6HCl(\text{đặc}) = 2(VO)Cl_2 + Cl_2\uparrow + 3H_2O$ (đ.sôi).


5. $2V_2O_5 + 4H_2SO_4(\text{đặc}) \xrightarrow{\tau} 4(VO)SO_4 + 4H_2O + O_2\uparrow$ (đ.sôi).

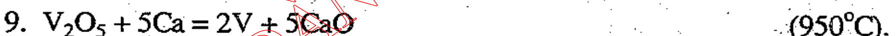

$V_2O_5 + 2HNO_3(\text{đặc}) = 2(VO_2)NO_3 + H_2O$.


6. $V_2O_5 + 6MOH(10\%) = 2M_3VO_4 + 3H_2O$ (M = Na, K),


$V_2O_5 + 2(NH_3.\ H_2O)[\text{đặc}] = 2NH_4VO_3 + H_2O$.


7. $V_2O_5 + Na_2CO_3(\text{đặc}) = 2NaVO_3 + CO_2\uparrow$ (đ.sôi).

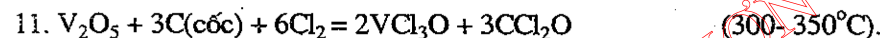

8. $V_2O_5 + 2H_2 = V_2O_3 + 2H_2O$ (400-500°C).


9. $V_2O_5 + 5Ca = 2V + 5CaO$ (950°C).

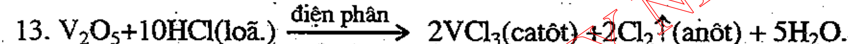

10. $V_2O_5 + Fe_2O_3 + 8C(\text{cốc}) = 2(V,Fe) + 8CO$ (1000°C).

(ferovanađi)




11. $V_2O_5 + 3C(\text{cốc}) + 6Cl_2 = 2VCl_3O + 3CCl_2O$ (300- 350°C).


12. $V_2O_5 + 3H_2SO_4(\text{loã.}) + S = V_2(SO_4)_3\downarrow + SO_2\uparrow + 3H_2O$ (đ.sôi).

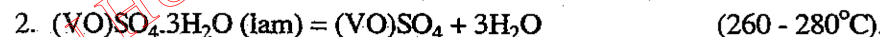

13. $V_2O_5 + 10HCl(\text{loã.}) \xrightarrow{\text{điện phân}} 2VCl_3(\text{catôt}) + 2Cl_2\uparrow(\text{anôt}) + 5H_2O$.

### 730. $(VO)SO_4$ – VANAĐYL SUNFAT

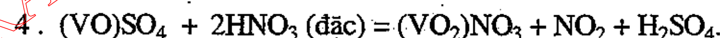
Màu chàm, không bền nhiệt. Tinh thể hiđrat tan nhiều (nhưng chậm) trong nước, sau khi đun sôi trong axit sunfuric đặc trở nên lục và thực tế không tan trong nước. Ion $VO^{2+}$ trong dung dịch có cấu tạo $[V(H_2O)_5O]^{2+}$. Bị axit nitric đặc, kiềm phân huỷ. Bị kẽm khử trong môi trường axit, bị kali pemanganat oxi hoá. Điều chế, xem 728[1], 729[5], 732[7].

$M = 163,00$; $d = 2,21$(t.thể); $k_t = 112,75^{(22)}$.

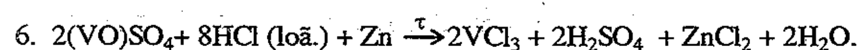

1. $2(VO)SO_4 = V_2O_5 + SO_2 + SO_3$ (520 - 530°C).

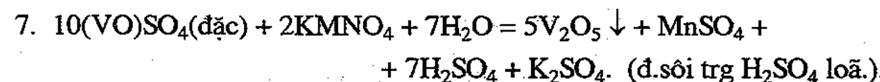

2. $(VO)SO_4.3H_2O$ (lam) $= (VO)SO_4 + 3H_2O$ (260 - 280°C).

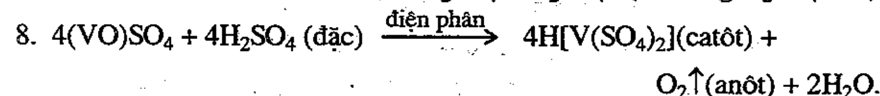

3. $(VO)SO_4 + 5H_2O = [V(H_2O)_5O]^{2+}(\text{chàm}) + SO_4^{2-}$.


4. $(VO)SO_4 + 2HNO_3(\text{đặc}) = (VO_2)NO_3 + NO_2 + H_2SO_4$.


5. $(VO)SO_4 + 2NaOH(\text{loã.}) = VO(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$.


6. $2(VO)SO_4 + 8HCl(\text{loã.}) + Zn \xrightarrow{\tau} 2VCl_3 + 2H_2SO_4 + ZnCl_2 + 2H_2O$.


7. $10(VO)SO_4(\text{đặc}) + 2KMNO_4 + 7H_2O = 5V_2O_5\downarrow + MnSO_4 +$
$+ 7H_2SO_4 + K_2SO_4$. (đ.sôi trg $H_2SO_4$ loã.).


8. $4(VO)SO_4 + 4H_2SO_4(\text{đặc}) \xrightarrow{\text{điện phân}} 4H[V(SO_4)_2](\text{catôt}) +$
$O_2\uparrow(\text{anôt}) + 2H_2O$.


$2(VO)SO_4 \xrightarrow{\text{điện phân}} 2VSO_4(\text{catôt}) + O_2\uparrow(\text{anôt})$.

### 731. $NaVO_3$ – NATRI METAVANAĐAT

Trắng, nóng chảy không phân huỷ. Tan nhiều trong nước, ion không màu $VO_3^-$ trong dung dịch ở dạng trime ($V_3O_9^{3-}$) dung dịch nhanh chóng trở nên vàng vì phân huỷ. Bị axit mạnh, kiềm phân huỷ. Phản ứng với hiđro peoxit. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 728[5], 729[7], 732[5], 733[3].

$M = 121,93$; $d = 2,79$(t.thể); $t_{nc} = 630°C$; $k_t = 21,1^{(25)}, 38,8^{(75)}$.


1. $NaVO_3.\ 2H_2O = NaVO_3 + 2H_2O$ (300 - 400°C).

2. $3NaVO_3$(loã.) + $12H_2O = 3[Na(H_2O)_4]^+ + V_3O_9^{3-}$,
$5V_3O_9^{3-} + 3H_2O \longrightarrow HV_{10}O_{28}^{5-}$(vàng) + $5HVO_4^{3-}$.
3. $10NaVO_3$(loã.) + $H_2SO_4$ (loã.) = $Na_6V_{10}O_{28} + 2Na_2SO_4 + 2H_2O$,
$2NaVO_3$(đặc) + $2H_2SO_4$ (đặc) = $V_2O_5\downarrow + 2NaHSO_4 + H_2O$.
4. $2NaVO_3$ + NaOH (loã.) = $Na_3HV_2O_7$,
$NaVO_3$(b.hoà) + 2NaOH (đặc) = $Na_3VO_4\downarrow + H_2O$.
5. $NaVO_3$ + $NH_4Cl$ (đặc) = $NH_4VO_3\downarrow$ + NaCl.
6. $NaVO_3 + 2H_2O_2$ (đặc) + $HNO_3$(đặc) = $H_3[VO_2(O_2^{2-})_2]$(vàng) +
+ $NaNO_3 + H_2O$.

## 732. $NH_4VO_3$ – AMONI METAVANAĐAT

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan ít tan trong nước dung dịch nhanh chóng trở nên vàng. Không phản ứng với hiđrat amoniac. Bị axit, kiềm phân huỷ. Bị hiđro, amoni hiđro sunfit khử. Điều chế, xem 729[6], 731[5].

$M = 116{,}98$; $d = 2{,}326$; $k_t = 0{,}52^{(15)}$; $1{,}6^{(50)}$.

1. $2NH_4VO_3 = V_2O_5 + 2NH_3 + H_2O$
(50-159°C, c.không, 500 - 550°C, trg k.khí).
2. $3NH_4VO_3$ ( loã.) = $3NH_4^+ + V_3O_9^{3-}$,
$5V_3O_9^{3-} + 3H_2O \xrightarrow{\text{nhanh}} HV_{10}O_{28}^{5-}$(vàng) + $5HVO_4^{3-}$.
3. $2NH_4VO_3$ + 2HCl(loã.) = $V_2O_5\downarrow + 2NH_4Cl + H_2O$,
$2NH_4VO_3$ + 2HCl(đặc) + $(n-1)H_2O = V_2O_5.\ nH_2O$ (*dd keo*) +
+ $2NH_4Cl$.
4. $NH_4VO_3$ + 3NaOH(đặc) = $Na_3VO_4 + NH_3\uparrow + 2H_2O$ (đ.sôi).
5. $2NH_4VO_3 + M_2CO_3$(đặc) = $2MVO_3 + 2NH_3\uparrow + 2CO_2\uparrow + H_2O$
(đ.sôi, M = Na, K).
6. $2NH_4VO_3 + 2H_2 = V_2O_3 + 2NH_3 + 3H_2O$ (700 - 750°C).
7. $4NH_4VO_3 + 2NH_4HSO_3 + 5H_2SO_4$(loã.) = $4(VO)SO_4$ +
+ $3(NH_4)_2SO_4 + 6H_2O$ (đ.sôi).



8. $NH_4VO_3 + 2NH_4HS + 2H_2S = (NH_4)_3[VS_4]$ (tím) + $3H_2O$
(trg $NH_3.H_2O$ loã.).
9. $12NH_4VO_3 + 2H_3PO_4$ (đặc) + 5HCl(loã.) = $(NH_4)_7[PV_{12}O_{36}]$ +
+ $5NH_4Cl + 4H_2O$.

## 733. $Na_3VO_4$ – NATRI ORTHOVANAĐAT

Trắng, nóng chảy không phân huỷ. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân ở anion). Bị nước sôi, axit mạnh phân huỷ. Bị kẽm khử trong môi trường axit, phản ứng với hiđro peoxit. Điều chế, xem 728[5], 729[6], 731[4], 732[4].

$M = 183{,}91$; $t_{nc} = 866°C$; $k_t = 22{,}17^{(25)}$.

1. $Na_3VO_4.\ 10H_2O = Na_3VO_4 + 10H_2O$ (trên 300°C).
2. $Na_3VO_4$(loã.) + $12H_2O$(nguội) = $3[Na(H_2O)_4]^+ + VO_4^{3-}$,
a) $VO_4^{3-} + H_2O \rightleftharpoons HVO_4^{2-} + OH^-$; $pK_b = 2{,}87$,
$HVO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2VO_4^- + OH^-$; $pK_b = 5{,}05$;
b) $2HVO_4^{2-} \rightleftharpoons HV_2O_7^{3-} + OH^-$.
3. $Na_3VO_4 + H_2O = NaVO_3 + 2NaOH$ (đ.sôi).
4. $10Na_3VO_4$(loã.) + $12H_2SO_4$ (loã.)= $Na_6V_{10}O_{28}$(da cam) +$12Na_2SO_4$ +
+$12H_2O$.
$2Na_2SO_4$(đặc) + $6H_2SO_4$(đặc) = $V_2O_5\downarrow + 6NaHSO_4 + 3H_2O$.
5. $2Na_3VO_4$(b.hoà) + $2HClO_4$(4M) = $Na_4V_2O_7\downarrow + 2NaClO_4 + H_2O$
(0°C).
6. $2Na_3VO_4 + 6H_2SO_4 + Zn \xrightarrow{\tau} 2(VO)SO_4 + 3Na_2SO_4 + ZnSO_4 + 6H_2O$.
7. $Na_3VO_4 + 4H_2O_2$ (đặc) = $Na_3[V(O_2)^{2-}{}_4]$(chàm - tím) + $4H_2O$.
8. $2Na_3VO_4 + 6H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 2V(OH)_3\downarrow$(catôt) + $O_2\uparrow$(anôt) +
+ 6NaOH.

## 734. $VF_5$ – VANAĐI(V) FLORUA

Chất rắn màu trắng, chất lỏng nhớt không màu. Dễ nóng chảy, dễ sôi. Phản ứng mãnh liệt với nước, kiềm. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 728[8].

$M = 145{,}93$; $d(r) = 2{,}177$; $t_{nc} = 19{,}5°C$; $t_s = 47{,}9°C$.

1. $VF_5 + H_2O$ (*hơi ẩm*) = $VOF_3$(vàng) + 2HF.
2. $2VF_5 + 5H_2O = V_2O_5\downarrow + 10HF$.
3. $VF_5 + 2H_2O = H[V(OH)_2F_4]? + HF$ (0°C, trg HF đặc).
4. $2VF_5 + 10NaOH$(loã.) = $V_2O_5\downarrow + 10NaF + 5H_2O$.
5. $VF_5(l) + MF = M[VF_6]$ (M = K, Ag).
6. $VF_5(l) \rightleftharpoons VF_4^+ + [VF_6]^-$.

### 735. $VCl_2$ – VANAĐI(II) CLORUA

Lục nhạt (tinh thể lớn màu đen), hút ẩm ít hơn $VCl_3$ và $VCl_4$. Bền nhiệt. Tan nhiều trong nước đá, phân huỷ trong môi trường axit. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Phản ứng với kiềm. Chất khử mạnh. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 736[1,7,11], 737[8].

$M = 121{,}85$; $d = 3{,}09$; $t_{nc} = 1350°C$.

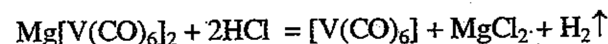
1. $VCl_2 + 6H_2O = [V(H_2O)_6]^{2+}$(tím) + $2Cl^-$ (0°C, trg khí quyển $N_2$),
   $[V(H_2O)_6]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [V(H_2O)_5OH]^+ + H_3O^+$; $pKa = 6{,}46$.
2. $2VCl_2 + 2HCl$(đặc) $\xrightarrow{\tau}$ $2VCl_3 + H_2\uparrow$ (20-80°C).
3. $VCl_2 + H_2SO_4$(đặc) = $(VO)Cl_2 + SO_2\uparrow + H_2O$,
   $VCl_2 + 3HNO_3$(đặc) = $(VO_2)Cl + 3NO_2\uparrow + H_2O + HCl$.
4. $VCl_2 + 2NaOH$(loã.) = $V(OH)_2\downarrow$(nâu) + 2NaCl
   (0°C, trg khí quyển $N_2$).
5. $VCl_2 + H_2O + 2AgNO_3 = (VO)Cl_2 + 2Ag\downarrow + 2HNO_3$.
6. $VCl_2 + MCl = M[VCl_3]$ (khi nấu chảy, M = $K^+$, $Ti^+$, $NH_4^+$),
   $VCl_2 + 2MCl = M_2[VCl_4]$ ( khi nấu chảy; M = K, Cs).

### 736. $VCl_3$ – VANAĐI (III) CLORUA

Tím, không bay hơi. Tan ít trong nước, tan nhiều hơn trong nước đã axit hoá. Tinh thể hiđrat màu lục $VCl_3.6H_2O$ có cấu tạo $[V(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$. Phản ứng với nước, axit là chất oxi hoá, kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử mạnh, chất oxi hoá yếu. Tạo nên phức chất cloro. Điều chế, xem 729[13], 737[1,7,9].

$M = 157{,}30$; $d = 2{,}87$.



1. $2VCl_3 = VCl_2 + VCl_4$ (400-500°C, trg luồng $N_2$),
   $2VCl_3 = VCl_2 + Cl_2$ (500 - 800°C, trg khí quyển $N_2$).
2. $VCl_3.6H_2O$(lục)$\downarrow \rightleftharpoons VCl_3$(b.hoà) + $6H_2O$
   (0°C, trg khí quyển HCl).
3. $VCl_3 + 6H_2O = [V(H_2O)_6]^{3+} + 3Cl^-$ (trg $HClO_4$ 4M),
   $[V(H_2O)_6]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [V(H_2O)_5(OH)]^{2+}$(nâu) + $H_3O^+$
   (pha loã.).
   
   $2[V(H_2O)_5(OH)]^{2+} \rightleftharpoons [V_2(H_2O)_{10}O]^{4+}$(nâu) + $H_2O$.
4. $VCl_3 + 4H_2O = [V(H_2O)_4Cl_2]^+ + Cl^-$ (trg HCl đặc).
5. $2VCl_3 + H_2SO_4$(đặc) = $2(VO)Cl_2 + SO_2 + 2HCl$,
   $VCl_3 + 2HNO_3$(đặc nóng) = $(VO_2)Cl + 2NO_2 + 2HCl$.
6. $VCl_3 + 3NaOH$(loã.) = $V(OH)_3\downarrow + 3NaCl$,
   $VCl_3 + 3(NH_3.H_2O)$[đặc] $\xrightarrow{\tau}$ $VO(OH)\downarrow + 3NH_4Cl + H_2O$ (đ.sôi).
7. $VCl_3 + H^0$ ( Zn, HCl loã.) $\xrightarrow{\tau}$ $VCl_2 + HCl$,
   $2VCl_3 + H_2 = 2VCl_2 + 2HCl$ (400°C),
   $2VCl_3 + 3H_2 = 2V + 6HCl$ (trên 900°C).
8. $VCl_3 \xrightarrow{KCl} K[VCl_4], K_3[VCl_6], K_2[V_2Cl_9]$ (800°C).
9. $2VCl_3 + 12CO + 4Mg = Mg[V(CO)_6]_2\downarrow + MgCl_2$
   (135°C, *p*, trg piriđin),
   
   $Mg[V(CO)_6]_2 + 2HCl = [V(CO)_6] + MgCl_2 + H_2\uparrow$
   (*t* thường, trg ete).
10. $VCl_3 + 3Na(C_5H_5) = [V(C_5H_5)_2] + 3NaCl + C_5H_5^0$
    (đun sôi trg đioxan).
11. $VCl_3 \xrightarrow{\text{điện phân}} 2VCl_2$(catôt) + $Cl_2\uparrow$(anôt) (trg HCl loã.)

### 737. $VCl_4$ – VANAĐI (IV) CLORUA

Chất lỏng đỏ thẫm, nhớt, nặng, bay hơi. Phân huỷ khi đun nóng, dưới ánh sáng, trong không khí ẩm (bốc khói). Ở điều kiện thường điều chế được

đime rắn màu nâu $V_2Cl_8$ có cấu tạo $VCl_3^+[VCl_5]^-$ ($t_{nc}$ = 260°C). Không trộn lẫn với nước đá. Phản ứng với nước nóng, axit đặc, kiềm, hiđro florua. Bị hiđro khử. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 728[3,8], 736[1], 739[4].

$M$ = 192,75; $d = 1,83^{(20)}$; $t_{nc}$ = - 20,5°C; $t_s$ = 153°C (phân huỷ).

1. $2VCl_4 = 2VCl_3 + Cl_2$ (153-170°C).
2. $VCl_4 + H_2O$(hơi ẩm) = $(VO)Cl_2 + 2HCl$.
3. $VCl_4 + 8H_2O$(ng') = $[V(H_2O)_5O]^{2+}$(chàm) + $4Cl^- + 2H_3O^+$.
4. $VCl_4 + 2HCl$(đặc) = $H_2[VCl_6]$(*dd*)(nâu).
5. $VCl_4 + HNO_3$(đặc) + $H_2O = (VO_2)Cl + NO_2 + 3HCl$.
6. $VCl_4 + 4NaOH$(loã.) = $VO(OH)_2\downarrow + 4NaCl + H_2O$.
7. $VCl_4 + H^0$(Zn, HCl đặc) $\xrightarrow{\tau}$ $VCl_3 + HCl$.
8. $VCl_4 + H_2 = VCl_2 + 2HCl$ (500 - 600°C).
9. $3VCl_4 + V = 4VCl_3$ (320 - 400°C).
10. $VCl_4 + 2MCl = M_2[VCl_6]$(đỏ) [400°C, M = K, Rb, Cs].
11. $VCl_4(l) \rightleftharpoons VCl_3^+ + [VCl_5]^-$.

## 738. $VCl_3O$ – VANAĐI OXIT TRICLORUA

Chất lỏng vàng (với sắc da cam), nặng, bay hơi. Phân huỷ trong không khí ẩm. Phản ứng với nước, kiềm, hiđrat amoniac. Bị hiđro, kẽm khử. Hợp chất $VCl_5$ chưa biết được. Điều chế, xem 729[11], 739[1].

$M$ = 173,30; $d = 1,839^{(20)}$; $t_{nc}$ = - 77°C; $t_s$ = +126,7°C.

1. $2VCl_3O + 3H_2O$(ngu.) = $V_2O_5\downarrow + 6HCl$,
   $2VCl_3O$(h.phủ) = $2(VO)Cl_2 + 2Cl_2\uparrow$ (đ.sôi).
2. $VCl_3O + H_2O = (VO_2)Cl + 2HCl$ (trg $HNO_3$ đặc).
3. $2VCl_3O + 6NaOH$(loã.) = $V_2O_5\downarrow + 6NaCl + 3H_2O$.
4. $2VCl_3O + 8(NH_3.H_2O)$[đặc] = $2NH_4VO_3\downarrow + 6NH_4Cl + 4H_2O$.
5. $VCl_3O + H_2 = V(Cl)O + 2HCl$. (500°C).
6. $2VCl_3O + Zn = 2(VO)Cl_2 + ZnCl_2$ (400°C, *p*).



## 739. $(VO_2)Cl$ – ĐIOXOVANAĐI (V) CLORUA

Đỏ-da cam, rất hút ẩm. Ion $VO_2^+$ bền chỉ trong môi trường axit mạnh. Có khả năng phản ứng: phản ứng với nước và kiềm, phản ứng với hiđro peoxit. Chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem 738[2].

$M$ = 118,39; $d$ = 2,29.

1. $3(VO_2)Cl = V_2O_5 + VCl_3O$ (150°C).
2. $(VO_2)Cl + nH_2O = [V(H_2O)_nO_2]^+ + Cl^-$ ($HClO_4$ 1M).
3. $10(VO_2)Cl + 8H_2O = H_6V_{10}O_{28} + 10HCl$ (trg HCl loã.),
   $H_6V_{10}O_{28} + 4H_2O = H_2V_{10}O_{28}^{4-} + 4H_3O^+$ (pha loã.),
   $H_2V_{10}O_{28}^{4-} + H_2O \rightleftharpoons HV_{10}O_{28}^{5-} + H_3O^+$,
   $HV_{10}O_{28}^{5-} + H_2O \rightleftharpoons V_{10}O_{28}^{6-}$(da cam) + $H_3O^+$.
4. $2(VO_2)Cl + 8HCl$ (đặc, ngu.) = $2VCl_4(l)\downarrow + Cl_2\uparrow + 4H_2O$,
   $2(VO_2)Cl + 4HCl$(đặc) = $2(VO)Cl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$ (đ.sôi).
5. $2(VO_2)Cl + 2NaOH$(loã.) = $V_2O_5\downarrow + 2NaCl + H_2O$.
6. $(VO_2)Cl + HCl$(loã.) + $H^0$(Zn) $\xrightarrow{\tau}$ $(VO)Cl_2 + 2H_2O$
7. $2(VO_2)Cl + 4HCl$(loã.) + $2KI = 2(VO)Cl_2 + I_2\downarrow + 2H_2O + 2KCl$.
8. $2(VO_2)Cl + 2HCl$(loã.) + $H_2S = 2(VO)Cl_2 + S_2\downarrow + 2H_2O$,
   $2(VO_2)Cl + 2HCl$(loã.) + $SO_2 = 2(VO)Cl_2 + H_2SO_4$.
9. $2(VO_2)Cl + 2(NH_3OH)Cl = 2(VO)Cl_2 + N_2\uparrow + 4H_2O$.
   (trg HCl loã.).
10. $(VO_2)Cl + H_2O_2 + (n-1)H_2O = [V(H_2O)_nO(O_2^{2-})]Cl$(đỏ-nâu).
   (trg HCl loã.).

## 740. $[V(CO)_6]$ – VANAĐI HEXACACBONYL

Đen với sắc lục-chàm, bay hơi. Phân huỷ khi đun nóng. Không phản ứng với nước. Tan trong ete (tạo nên dung dịch màu da cam không bền). Bị axit đặc là chất oxi hoá phân huỷ, phản ứng với hiđro, kim loại kiềm, iot. Điều chế, xem 736[9].

$M$ = 219,00.

1. $[V(CO)_6] = V + 6CO$ (60-70°C, trg khí quyển $N_2$).

2. $[V(CO)_6] + 3H_2SO_4$(đặc, ng') = $(VO)SO_4 + 2SO_2 + 3H_2O + 6CO\uparrow$.
3. $4[V(CO)_6] + 17O_2 = 2V_2O_5 + 24CO_2$ (150 -200°C).
4. $2[V(CO)_6] + 3I_2 = 2VI_3 + 12CO\uparrow$ (đun sôi trg ete).
5. $2[V(CO)_6] + H_2 \rightleftharpoons 2[V(CO)_6H]$ (0°C, $p$, trg ete).
6. $[V(CO)_6] + M = M[V(CO)_6]$

($t$ thường, trg tetrahiđrofuran; M = Na, K).

## NIOBI

### 741. Nb – NIOBI

Kim loại màu xám nhạt, mềm, dẻo (giòn khi có mặt NbH), khó nóng chảy, khó sôi, bền với ăn mòn. Bị phủ màng axit bảo vệ khi đun nóng trong không khí. Không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm loãng, hiđrat amoniac. Bị thụ động hoá trong axit sunfuric đặc, axit nitric đặc. Phản ứng với axit flohiđric đặc (nhanh hơn khi có mặt axit nitric, phản ứng với kiềm khi đun sôi. Quan trọng trong công nghiệp là hợp kim với sắt feroniobi (14 - 66% Nb, có thể có đến 9% Ta). Điều chế, xem 742[10], 744[6], 745[5,6].

$M$ = 92,906; $d$ = 8,560; $t_{nc}$ = 2470°C; $t_s$ = 4927°C.

1. $2Nb + 12HF(đặc) \xrightarrow{\tau} 2H[NbF_6] + 5H_2\uparrow$.
2. $3Nb + 18HF(đặc) + 5HNO_3(đặc) = 3H[NbF_6] + 5NO + 10H_2O$.
3. $2Nb(bột) + 2NaOH(đặc) + 4H_2O = 2(NaNb)O_3\downarrow + 5H_2\uparrow$ (đ.sôi).
4. $4Nb + 4NaOH + 5O_2 = 4(NaNb)O_3 + 2H_2O$ (450-600°C).
   $4Nb + 12NaOH + 5O_2 = 4Na_3NbO_4 + 6H_2O$ (500-700°C).
5. $2Nb + H_2 \underset{500\text{-}1000°C}{\overset{20\text{-}400°C}{\rightleftharpoons}} 2NbH$,
   $Nb + H_2 = NbH_2$ (350°C, $p$).
6. $4Nb + 5O_2 = 2Nb_2O_5$ (trên 50°C).
7. $2Nb + 5E_2 = 2NbE_5$ (20-100°C, E = F; 100-200°C, E = Cl).



### 742. $Nb_2O_5$ – NIOBI(V) OXIT

Trắng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Trở nên thụ động hoá học sau khi nung. Không phản ứng với nước, bị axit clohiđric loãng pepti hoá. Hiđrat $Nb_2O_5 \cdot nH_2O$ kết tủa từ dung dịch, có khả năng phản ứng. Bị axit flohiđric đặc, kiềm phân huỷ phản ứng với cacbonat kim loại kiềm khi thiêu kết. Bị hiđro khử (khác với $Ta_2O_5$). Dễ bị clo hoá. Điều chế, xem 741[6], 743[2], 744[1].

$M$ = 265,81; $d$ = 4,47 - 5,29; 4,3(t.thể); $t_{nc}$ = 1490 ÷ 1500°C.

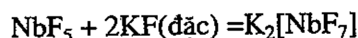
1. $Nb_2O_5 \xrightarrow[-O_2]{} NbO_n$ (chàm thẫm)
   [800 - 1000°C, c.không, 2,4 < $n$ < 2,5].
2. $Nb_2O_5 \cdot nH_2O = Nb_2O_5 + nH_2O$ (trên 500°C).
3. $Nb_2O_5(r) + 3H_2O \rightleftharpoons 2NbO_3^- + 2H_3O^+$; $pT_t^{25} = 20,14$.
4. $Nb_2O_5 + 12HF(đặc) = H_2[NbF_7] + H_2[NbOF_5] + 4H_2O$.
5. $Nb_2O_5 + 6HF(25\% - ngu.) + 4K(HF_2)(r) = 2K_2[NbF_7] + 5H_2O$.
6. $Nb_2O_5(r) \underset{\text{HCl loãng}}{\overset{\text{NaOH (đặc)}}{\rightleftharpoons}} [Nb_6O_9]^{8-}. [Nb_4O_{12}(OH)_4]^{8-}$.
7. $Nb_2O_5 + M_2CO_3 = 2(MNb)O_3 + CO_2$ (800°C, c.không; M = Li, Na).
8. $Nb_2O_5 + H_2 = 2NbO_2(chàm) + H_2O$ (800-1000°C).
9. $Nb_2O_5 + 5C(cốc) + 5Cl_2 = 2NbCl_5 + 5CO$ (600-900°C).
10. $2Nb_2O_5 \xrightarrow{\text{điện phân}} 4Nb\downarrow(catôt) + 5O_2\uparrow(anôt)$ (trg KF nóng chảy).

### 743. $NbF_5$ – NIOBI(V) FLORUA

Trắng, dễ nóng chảy, dễ sôi, bền nhiệt. Phản ứng với nước, bị axit loãng, kiềm phân huỷ. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 741[7], 744[3].

$M$ = 187,90; $d$ = 3,293; $t_{nc}$ = 79,5°C $t_s$ = 243,5°C.

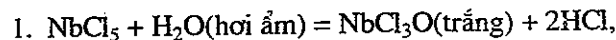
1. $NbF_5 + H_2O(hơi ẩm) = NbOF_3 + 2HF$,
   $NbF_5 + 3H_2O(ngu.) = [NbOF_5]^{2-} + 2H_3O^+$.
2. $2NbF_5 + 5H_2O = Nb_2O_5 + 10HF$ (đun sôi hay trg $H_2SO_4$ loãng).
3. $NbF_5 + 2KOH(loãng) = K_2[NbOF_5] + H_2O$.
4. $NbF_5 + 2HF(đặc) = H_2[NbF_7]$,

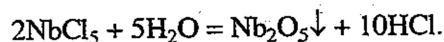

$NbF_5 + 2KF(đặc) = K_2[NbF_7]$ (trg HF 25%).

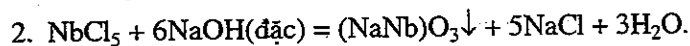
## 744. $NbCl_5$ – NIOBI(V) CLORUA

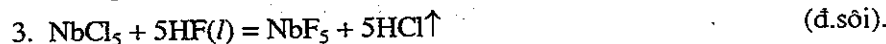
Vàng nhạt (gần như trắng), trở nên vàng thẫm khi đun nóng. Dễ nóng chảy, dễ sôi, bền nhiệt. Nhạy cảm với hơi ẩm không khí. Tan nhiều trong axit clohiđric đặc. Bị thuỷ phân, phản ứng với kiềm, oxi. Bị natri khử. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 741, 742[9].

$M = 270,17$; $d = 2,75$; $t_{nc} = 204,7°C$ $t_s = 247,4°C$.


1. $NbCl_5 + H_2O$(hơi ẩm) = $NbCl_3O$(trắng) + 2HCl,


$2NbCl_5 + 5H_2O = Nb_2O_5\downarrow + 10HCl$.


2. $NbCl_5 + 6NaOH(đặc) = (NaNb)O_3\downarrow + 5NaCl + 3H_2O$.


3. $NbCl_5 + 5HF(l) = NbF_5 + 5HCl\uparrow$ (đ.sôi).


4. $2NbCl_5 + O_2 = 2NbCl_3O + 2Cl_2$ (150°C).


5. $4NbCl_5 + Nb = 5NbCl_4$ (300°C, $p$).

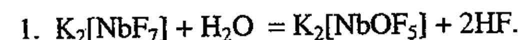

6. $NbCl_5 + 5Na = Nb + 5NaCl$ (450°C).

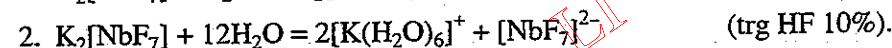

7. $NbCl_5(l) + MCl = M[NbCl_6]$ ($M = Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, NH_4^+$).

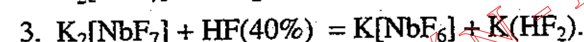
## 745. $K_2[NbF_7]$ – KALI HEPTAFLORONIOBAT(V)

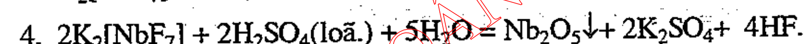
Trắng, bền nhiệt. Nhạy cảm với không khí ẩm. Tan vừa phải trong nước (thành phần anion biến đổi), tan nhiều trong axit flohiđric loãng. Từ axit flohiđric đặc, kết tủa $K_2[NbF_7]$, từ dung dịch nguội kết tủa sản phẩm thuỷ phân ở anion $K_2[NbOF_5]$. Bị axit sunfuric phân huỷ. Bị natri khử. Điều chế, xem 742[5].

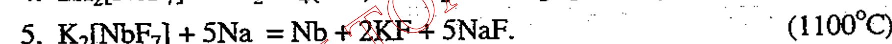
$M = 304,09$; $k_t = 8^{(18)}, 8,3^{(25)}$.

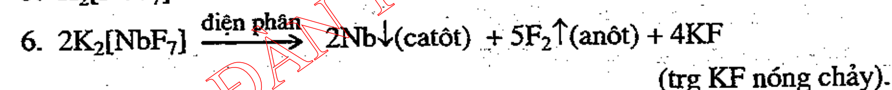

1. $K_2[NbF_7] + H_2O = K_2[NbOF_5] + 2HF$.


2. $K_2[NbF_7] + 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + [NbF_7]^{2-}$ (trg HF 10%).


3. $K_2[NbF_7] + HF(40\%) = K[NbF_6] + K(HF_2)$.


4. $2K_2[NbF_7] + 2H_2SO_4(loã.) + 5H_2O = Nb_2O_5\downarrow + 2K_2SO_4 + 4HF$.


5. $K_2[NbF_7] + 5Na = Nb + 2KF + 5NaF$. (1100°C)


6. $2K_2[NbF_7] \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Nb\downarrow(catôt) + 5F_2\uparrow(anôt) + 4KF$

(trg KF nóng chảy).

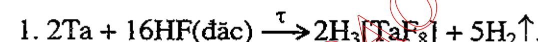


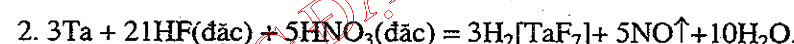
# TANTAN

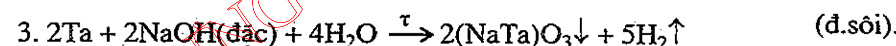
## 746. Ta – TANTAN

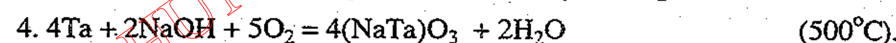
Kim loại màu xám, mềm dẻo (giòn khi có mặt TaH), khó nóng chảy, khó sôi, bền với ăn mòn. Bị phủ màng oxit bảo vệ khi đun nóng trong không khí. Không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm loãng, hiđrat amoniac. Phản ứng chậm với axit flohiđric đặc (nhanh khi có mặt axit nitric), phản ứng với kiềm đặc khi đun sôi. Bị oxi, halogen oxi hoá. Phản ứng với hiđro. Có trong thành phần của hợp kim quan trọng trong công nghiệp của sắt với niobi (có đến 9% Ta). Điều chế, xem 749[4], 750[7,8].

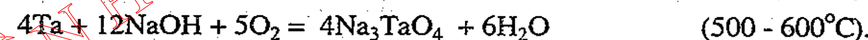
$M = 180,948$; $d = 16,60$; $t_{nc} = 3010°C$. $t_s = 5425°C$.

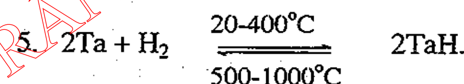

1. $2Ta + 16HF(đặc) \xrightarrow{\tau} 2H_3[TaF_8] + 5H_2\uparrow$.


2. $3Ta + 21HF(đặc) + 5HNO_3(đặc) = 3H_2[TaF_7] + 5NO\uparrow + 10H_2O$.

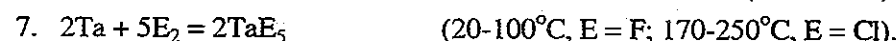

3. $2Ta + 2NaOH(đặc) + 4H_2O \xrightarrow{\tau} 2(NaTa)O_3\downarrow + 5H_2\uparrow$ (đ.sôi).


4. $4Ta + 2NaOH + 5O_2 = 4(NaTa)O_3 + 2H_2O$ (500°C).


$4Ta + 12NaOH + 5O_2 = 4Na_3TaO_4 + 6H_2O$ (500 - 600°C).


5. $2Ta + H_2 \underset{500\text{-}1000°C}{\overset{20\text{-}400°C}{\rightleftharpoons}} 2TaH$.


6. $4Ta + 5O_2 = 2Ta_2O_5$ (trên 600°C).

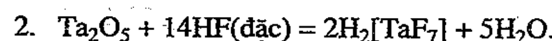

7. $2Ta + 5E_2 = 2TaE_5$ (20-100°C, E = F; 170-250°C, E = Cl).

## 747. $Ta_2O_5$ – TANTAN (V) OXIT

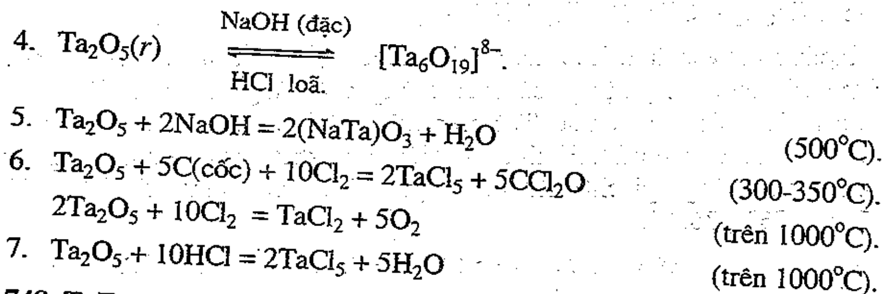
Trắng, khó nóng chảy, bền nhiệt. Trở nên thụ động hoá học sau khi nung. Không phản ứng với nước, bị axit clohiđric loãng pepti hoá. Hiđrat $Ta_2O_5.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch có khả năng phản ứng hơn. Bị axit flohiđric đặc phân huỷ, bị kiềm, amoniac phân huỷ khi đun nóng. Bị cacbon khử nhưng không bị hiđro khử (khác với $Nb_2O_5$). Dễ bị clo hoá. Điều chế, xem 746[8], 749[1], 750[3].

$M = 441,89$; $d = 8,235$; $t_{nc} = 1890°C$.


1. $Ta_2O_5.nH_2O = Ta_2O_5 + nH_2O$ (trên 600°C).


2. $Ta_2O_5 + 14HF(đặc) = 2H_2[TaF_7] + 5H_2O$.


3. $Ta_2O_5 + 6HF(đặc, ngu.) + 4K(HF_2)(r) = 2K_2[TaF_7]\downarrow + 5H_2O$.


4. $Ta_2O_5(r) \underset{\text{HCl loãng}}{\overset{\text{NaOH (đặc)}}{\rightleftharpoons}} [Ta_6O_{19}]^{8-}$.

5. $Ta_2O_5 + 2NaOH = 2(NaTa)O_3 + H_2O$ (500°C).

6. $Ta_2O_5 + 5C(\text{cốc}) + 10Cl_2 = 2TaCl_5 + 5CCl_2O$ (300-350°C).

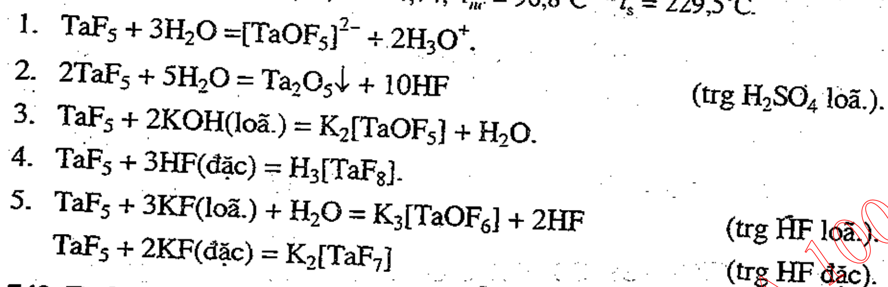
$2Ta_2O_5 + 10Cl_2 = TaCl_2 + 5O_2$ (trên 1000°C).

7. $Ta_2O_5 + 10HCl = 2TaCl_5 + 5H_2O$ (trên 1000°C).

## 748. $TaF_5$ – TANTAN(V) FLORUA

Trắng, dễ nóng chảy, dễ sôi, bền nhiệt. Tan ít trong axit nitric đặc, axit sunfuric đặc. Phản ứng với nước, bị axit loãng, kiềm phân huỷ. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 746[7], 749[3].

$M = 275{,}94$; $d = 4{,}74$; $t_{nc} = 96{,}8°C$ $t_s = 229{,}5°C$.


1. $TaF_5 + 3H_2O = [TaOF_5]^{2-} + 2H_3O^+$.

2. $2TaF_5 + 5H_2O = Ta_2O_5\downarrow + 10HF$ (trg $H_2SO_4$ loã.).

3. $TaF_5 + 2KOH(\text{loã.}) = K_2[TaOF_5] + H_2O$.

4. $TaF_5 + 3HF(\text{đặc}) = H_3[TaF_8]$.

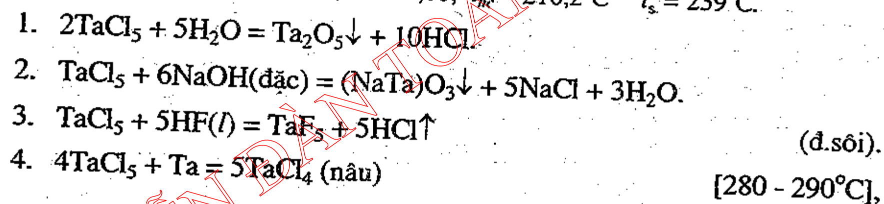
5. $TaF_5 + 3KF(\text{loã.}) + H_2O = K_3[TaOF_6] + 2HF$ (trg HF loã.).

$TaF_5 + 2KF(\text{đặc}) = K_2[TaF_7]$ (trg HF đặc).

## 749. $TaCl_5$ – TANTAN(V) CLORUA

Trắng, dễ nóng chảy, dễ sôi, bền nhiệt. Nhạy cảm với hơi ẩm không khí. Tan nhiều trong axit clohiđric đặc. Bị thuỷ phân, phản ứng với kiềm. Bị kim loại điển hình, tantan khử. Tạo nên phức chất cloro. Điều chế, xem 746[7], 747[7].

$M = 358{,}21$; $d = 3{,}68$; $t_{nc} = 216{,}2°C$ $t_s = 239°C$.

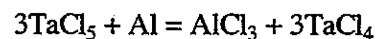

1. $2TaCl_5 + 5H_2O = Ta_2O_5\downarrow + 10HCl$.

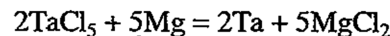
2. $TaCl_5 + 6NaOH(\text{đặc}) = (NaTa)O_3\downarrow + 5NaCl + 3H_2O$.

3. $TaCl_5 + 5HF(l) = TaF_5 + 5HCl\uparrow$ (đ.sôi).

4. $4TaCl_5 + Ta = 5TaCl_4$ (nâu) [280 - 290°C],




$3TaCl_5 + Al = AlCl_3 + 3TaCl_4$ (200

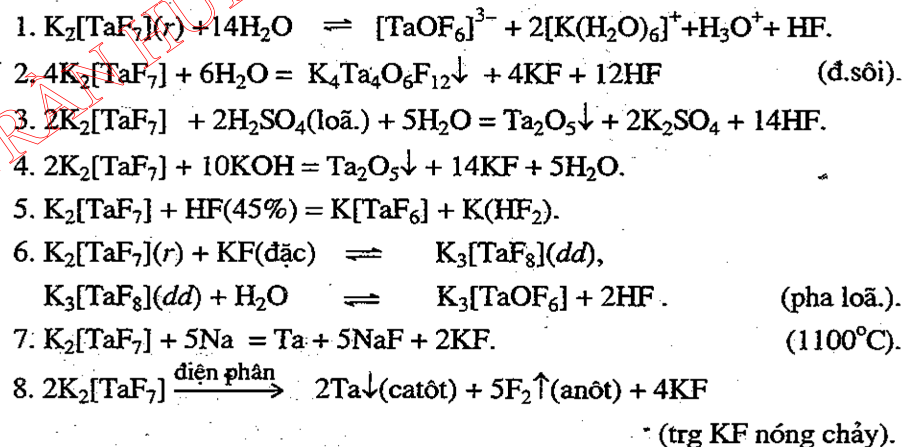

$2TaCl_5 + 5Mg = 2Ta + 5MgCl_2$


5. $TaCl_5(l) + MCl = M[TaCl_6]$ ($M = Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, \ldots$).

## 750. $K_2[TaF_7]$ – KALI HEPTAFLOROTANTALAT(V)

Trắng, bền nhiệt. Nhạy cảm với hơi ẩm không khí. Tan rất ít trong nước (thành phần anion biến đổi), tan ít hơn nữa trong dung dịch kali florua loãng. Kết tinh lại từ dung dịch axit flohiđric đặc. Bị nước sôi phân huỷ tạo nên kết tủa $K_4Ta_4O_6F_{12}$ [muối Marinhac (Marignac), một hỗn hợp đồng phân tử của $K_2[TaF_7]$, $K_2[TaOF_5]$ và $Ta_2O_5$]. Phản ứng với axit, kiềm. Bị natri khử. Điều chế, xem 747[3], 748[5].

$M = 392{,}13$; $t_{nc} = 775°C$; $k_t = 0{,}5^{(15)}$.


1. $K_2[TaF_7](r) + 14H_2O \rightleftharpoons [TaOF_6]^{3-} + 2[K(H_2O)_6]^+ + H_3O^+ + HF$.

2. $4K_2[TaF_7] + 6H_2O = K_4Ta_4O_6F_{12}\downarrow + 4KF + 12HF$ (đ.sôi).

3. $2K_2[TaF_7] + 2H_2SO_4(\text{loã.}) + 5H_2O = Ta_2O_5\downarrow + 2K_2SO_4 + 14HF$.

4. $2K_2[TaF_7] + 10KOH = Ta_2O_5\downarrow + 14KF + 5H_2O$.

5. $K_2[TaF_7] + HF(45\%) = K[TaF_6] + K(HF_2)$.

6. $K_2[TaF_7](r) + KF(\text{đặc}) \rightleftharpoons K_3[TaF_8](dd)$,

$K_3[TaF_8](dd) + H_2O \rightleftharpoons K_3[TaOF_6] + 2HF$. (pha loã.).

7. $K_2[TaF_7] + 5Na = Ta + 5NaF + 2KF$. (1100°C).

8. $2K_2[TaF_7] \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Ta\downarrow(\text{catôt}) + 5F_2\uparrow(\text{anôt}) + 4KF$

(trg KF nóng chảy).

## 751. Ns – NINBO

Kim loại. Phóng xạ, đồng vị sống lâu nhất là $^{262}Ns$ (chu kì bán rã 34 giây). Giống Ta về hoá học, số oxi hoá đặc trưng là (+V). Tính bay hơi của $NsE_5$ giống $TaE_5$ (E = Cl, Br). Những tính chất hoá học khác chưa được nghiên cứu. Những vi lượng Ns được tổng hợp khi bắn phá Am hay Cf bằng những hạt nhân Ne hay N trong máy gia tốc. Năm 1995 Ủy ban IUPAC đặt tên cho các nguyên tố 105-109 là _Jolioti_ Jl (105), _Rezofo_ Rf (106), _Bori_ Bo (107), _Hani_ Hn (108), _Mayteri_ Mt (109).

$M = 262{,}114$

# Chương 6 CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM VIB

## CROM

### 752. Cr – CROM

Kim loại màu xám, rất cứng, rèn được (crom kĩ thuật giòn), khó nóng chảy. Bị phủ màng oxit rất mỏng trong không khí. Không phản ứng với nước nguội, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit nitric đặc, cường thuỷ thụ động hoá. Phản ứng với axit clohiđric loãng, axit sunfuric loãng, với $KClO_3$ và $KNO_3$ nóng chảy. Bị oxi không khí oxi hoá chậm khi đun nóng, bị halogen oxi hoá nhanh. Phản ứng với lưu huỳnh, nitơ. Quan trọng trong công nghiệp là hợp kim với sắt ferocrom (60-80% Cr). Điều chế, xem 753[7], 755[7], 758[11], 766[14], 771[1].

$M = 51,996$; $d = 7,140$; $t_{nc} = 1890°C$ $t_s = 2680°C$.

1. $2Cr + 3H_2O(hơi) = Cr_2O_3 + 3H_2$ (600 - 700°C).
2. $Cr + 2HCl(loã.) + 4H_2O = [Cr(H_2O)_4Cl_2] + H_2\uparrow$,
   $Cr + 2HCl = CrCl_2 + H_2$ (1150 - 1200°C).
3. $Cr + H_2SO_4(loã.) = CrSO_4 + H_2\uparrow$.
4. $4Cr (bột) + 3O_2 \xrightarrow{\tau} 2Cr_2O_3$ (600°C).
5. $2Cr(Hg) + O_2 \xrightarrow{\tau} 2CrO(đen)$ [30 - 50°C],
   $3CrO = Cr_2O_3 + Cr$ (trên 700°C).
6. $Cr + 2F_2 = CrF_4$ (350-500°C, t.chất $CrF_5$).
7. $3Cr + 8F_2 = 2CrF_5 + CrF_6$ (400°C, $p$, làm lạnh đến -150°C).
8. $2Cr(bột) + 3E_2 = 2CrE_3$ (1100-1200°C, E = Cl, Br).
9. $2Cr + 3I_2 = 2CrI_3(đen)$ (đến 475°C),
   $2Cr + I_2 = CrI_2(đỏ)$ [700°C].
10. $Cr \xrightarrow{S,\tau} CrS, Cr_2S_3$ (1000°C).
11. $2Cr + N_2 = 2CrN(đen)$ [800 - 900°C].
12. $2Cr + KClO_3 = Cr_2O_3 + KCl$ (500 - 700°C),
    $2Cr + 3KNO_3 = Cr_2O_3 + 3KNO_2$ (400 - 550°C).



### 753. $Cr_2O_3$ – CROM (III) OXIT

Khoáng vật escolait. Lục thẫm, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không phản ứng với nước. Thụ động hoá học: không phản ứng với axit, kiềm trong dung dịch, hiđrat amoniac. Thể hiện lưỡng tính ở nhiệt độ cao: phản ứng với kiềm, kali đisunfat. Bị kim loại điển hình khử trong điều kiện nghiêm ngặt, phản ứng với chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem 752[1,4,12], 757[1], 761[11], 762[1], 768[2,7].

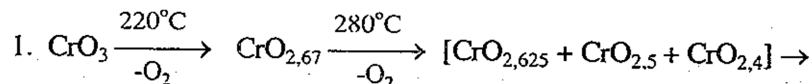
$M = 151,99$; $d = 5,21$; $t_{nc} = 2340°C$ $t_s \approx 3000°C$.

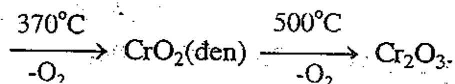
1. $Cr_2O_3(r) + 15H_2O \rightleftharpoons 2[Cr(H_2O)_6]^{3+} + 6OH^-$; $pT_t^{25} = 73,57$.
2. $Cr_2O_3 + 2MOH = 2MCrO_2 + H_2O$ (400-500°C, M = Li, Na).
3. $Cr_2O_3 + FeO = (Cr_2Fe)O_4$ (1600°C).
4. $Cr_2O_3 + 3K_2S_2O_7 = Cr_2(SO_4)_3 + 3K_2SO_4$ (400-450°C).
5. $2Cr_2O_3 + O_2 = 4CrO_2$ (đen) [400°C, $p$].
6. $Cr_2O_3 + 3C(t.chì) + 3Cl_2 = 2CrCl_3 + 3CO$ (800°C).
7. $Cr_2O_3 + 2Al = 2Cr + Al_2O_3$ (800°C).
   $Cr_2O_3 + 3Ca = 2Cr + 3CaO$ (700 - 800°C).
8. $5Cr_2O_3 + 3H_2SO_4 (loã.) + 2H_2O + 6NaBrO_3 = 5H_2Cr_2O_7(dd) + 3Br_2 + 3Na_2SO_4$. (đ.sôi).
9. $Cr_2O_3 + KClO_3 + 2K_2CO_3 = 2K_2CrO_4 + KCl + 2CO_2$ (500-700°C).
   $Cr_2O_3 + 3NaNO_3 + 2Na_2CO_3 = 2Na_2CrO_4 + 3NaNO_2 + 2CO_2$ (400 - 600°C).

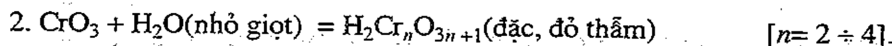
### 754. $CrO_3$ – CROM (VI) OXIT

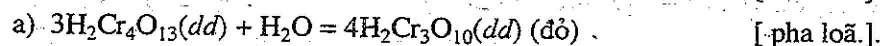
Anhiđrit cromic. Đỏ nâu, hút ẩm, bay hơi, dễ nóng chảy. Không bền nhiệt, khi đun nóng phân huỷ tạo thành $CrO_{2,67}$ [hoặc $Cr_3O_8$ có cấu tạo $[(Cr_2^{V}Cr^{VI})O_8]$, $CrO_{2,625}$ hay $Cr_8O_{21}$ có cấu tạo $[(Cr^{3+})_2(Cr_2O_7)_3]$, $CrO_{2,5}$ (hay $Cr_2O_5$), $CrO_{2,4}$ hay $Cr_5O_{12}$ có cấu tạo $[(Cr^{3+})_2(CrO_4)_3]$, $CrO_2$ và $Cr_2O_3$. Thể hiện tính axit, tan hoá học trong nước. Trong dung dịch đặc tạo nên những axit izopolicromic $H_2Cr_nO_{3n+1}$ ($n$=3,4) và axit mạnh là axit đicromic $H_2Cr_2O_7$, trong dung dịch loãng tạo nên axit mạnh là axit cromic $H_2CrO_4$. Phản ứng với kiềm và hiđrat amoniac. Chất oxi hoá rất mạnh. Điều chế, xem 761[5].

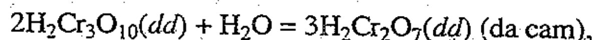
$M = 99,99$; $d = 2,70$; $t_{nc} = 195°C$ $k_t = 167^{(20)}$; $190^{(80)}$

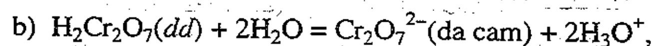

1. $CrO_3 \xrightarrow[-O_2]{220^oC} CrO_{2,67} \xrightarrow[-O_2]{280^oC} [CrO_{2,625} + CrO_{2,5} + CrO_{2,4}] \rightarrow$

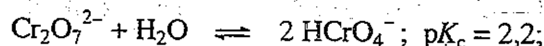

$\xrightarrow[-O_2]{370^oC} CrO_2$(đen) $\xrightarrow[-O_2]{500^oC} Cr_2O_3$.

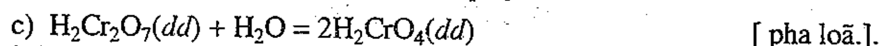

2. $CrO_3 + H_2O$(nhỏ giọt) $= H_2Cr_nO_{3n+1}$(đặc, đỏ thẫm) [$n = 2 \div 4$].

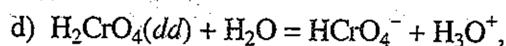

a) $3H_2Cr_4O_{13}(dd) + H_2O = 4H_2Cr_3O_{10}(dd)$ (đỏ) [pha loã.].

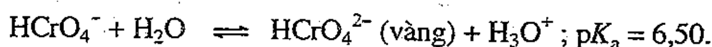

$2H_2Cr_3O_{10}(dd) + H_2O = 3H_2Cr_2O_7(dd)$ (da cam),

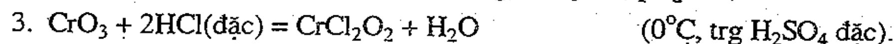

b) $H_2Cr_2O_7(dd) + 2H_2O = Cr_2O_7^{2-}$(da cam) $+ 2H_3O^+$,

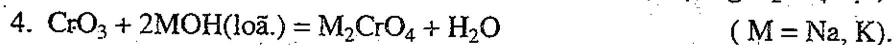

$Cr_2O_7^{2-} + H_2O \rightleftharpoons 2\ HCrO_4^-$; $pK_c = 2,2$;


c) $H_2Cr_2O_7(dd) + H_2O = 2H_2CrO_4(dd)$ [pha loã.].

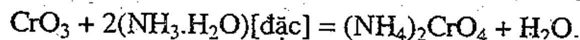

d) $H_2CrO_4(dd) + H_2O = HCrO_4^- + H_3O^+$,


$HCrO_4^- + H_2O \rightleftharpoons HCrO_4^{2-}$ (vàng) $+ H_3O^+$; $pK_a = 6,50$.

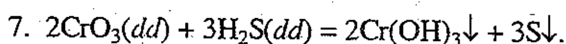

3. $CrO_3 + 2HCl$(đặc) $= CrCl_2O_2 + H_2O$ (0°C, trg $H_2SO_4$ đặc).


4. $CrO_3 + 2MOH$(loã.) $= M_2CrO_4 + H_2O$ ( M = Na, K).


5. $2CrO_3 + 2(NH_3.H_2O)$[loã.] $= (NH_4)_2Cr_2O_7 + H_2O$,


$CrO_3 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= (NH_4)_2CrO_4 + H_2O$.


6. $2CrO_3 + 5F_2 = 2CrF_5 + 3O_2$ (trên 300°C).

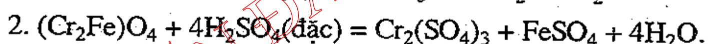

7. $2CrO_3(dd) + 3H_2S(dd) = 2Cr(OH)_3\downarrow + 3S\downarrow$.

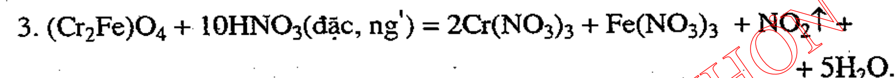
### 755. $(Cr_2Fe)O_4$ – ĐICROM SẮT TETRAOXIT

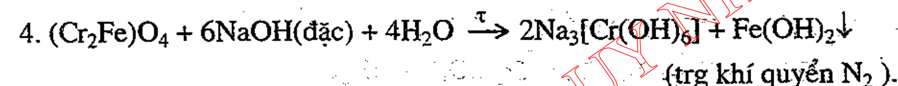
Khoáng vật cromit. Oxit kép, chứa $Cr^{III}$ và $Fe^{II}$. Đen nâu, khó nóng chảy, bền nhiệt. Không phản ứng với nước, hiđrat amoniac. Bị axit mạnh đặc, kiềm phân huỷ. Bị cacbon khử, bị oxi oxi hoá ở nhiệt độ cao. Điều chế, xem 753[3].

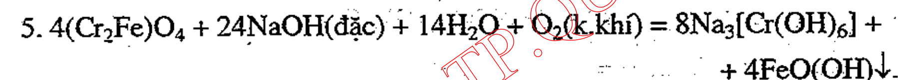
$M = 223,84$; $d = 4,97$; $t_{nc} = 2200°C$; $pT_t^{25} = 95,47$.

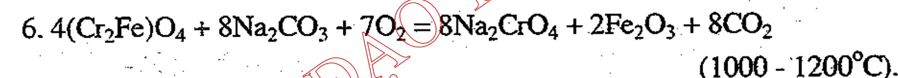

1. $(Cr_2Fe)O_4 + 8HCl$(đặc) $= 2CrCl_3 + FeCl_2 + 4H_2O$.

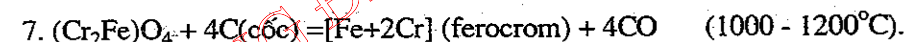

2. $(Cr_2Fe)O_4 + 4H_2SO_4$(đặc) $= Cr_2(SO_4)_3 + FeSO_4 + 4H_2O$.


3. $(Cr_2Fe)O_4 + 10HNO_3$(đặc, ng') $= 2Cr(NO_3)_3 + Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 5H_2O$.


4. $(Cr_2Fe)O_4 + 6NaOH$(đặc) $+ 4H_2O \xrightarrow{\tau} 2Na_3[Cr(OH)_6] + Fe(OH)_2\downarrow$ (trg khí quyển $N_2$ ).


5. $4(Cr_2Fe)O_4 + 24NaOH$(đặc) $+ 14H_2O + O_2$(k.khí) $= 8Na_3[Cr(OH)_6] + 4FeO(OH)\downarrow$.

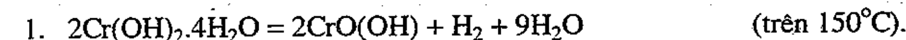

6. $4(Cr_2Fe)O_4 + 8Na_2CO_3 + 7O_2 = 8Na_2CrO_4 + 2Fe_2O_3 + 8CO_2$ (1000 - 1200°C).


7. $(Cr_2Fe)O_4 + 4C$(cốc) $=$ [Fe+2Cr] (ferocrom) $+ 4CO$ (1000 - 1200°C).

### 756. $Cr(OH)_2$ – CROM (II) HIĐROXIT

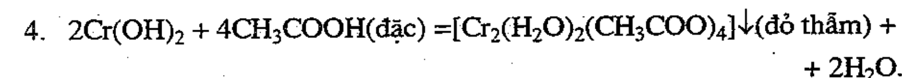
Vàng (tinh thể hiđrat), không bền nhiệt. Không tan trong nước. Tinh thể hiđrat $Cr(OH)_2.4H_2O$ có cấu tạo nội phức $[Cr(H_2O)_4(OH)_2]$. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Thể hiện tính bazơ, phản ứng với axit. Dạng huyền phù dễ bị oxi tan trong nước oxi hoá. Điều chế, xem 765[5].

$M = 86,01$; $pT_t^{25} = 17,17$.


1. $2Cr(OH)_2.4H_2O = 2CrO(OH) + H_2 + 9H_2O$ (trên 150°C).


2. $Cr(OH)_2 + 2HCl$(loã.) $= CrCl_2 + 2H_2O$.


3. $4Cr(OH)_2 + 2H_2O + O_2 = 4Cr(OH)_3\downarrow$.


4. $2Cr(OH)_2 + 4CH_3COOH$(đặc) $= [Cr_2(H_2O)_2(CH_3COO)_4]\downarrow$(đỏ thẫm) $+ 2H_2O$.

### 757. $Cr(OH)_3$ – CROM(III) HIĐROXIT

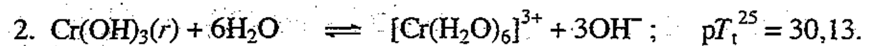
Lục-xám, không bền nhiệt. Không tan trong nước. Từ dung dịch kết tủa hiđrat vô định hình màu lam-xám $Cr(OH)_3.nH_2O$, dễ tạo nên dung dịch keo khi pepti hoá bằng crom (III) clorua, khi để dưới dung dịch mất khả năng phản ứng ("lão hoá"). Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm. Hầu như không tan trong hiđrat. Điều chế, xem 754[8], 758[5,6], 759[6,7], 766[10,11], 769[3,6], 770[2,3].

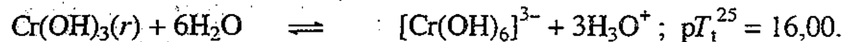
$M = 103,02$; $d = 2,9$.

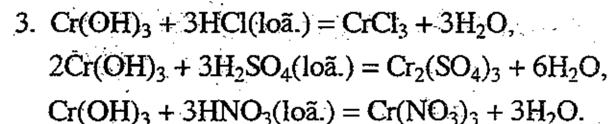

1. $Cr(OH)_3 = CrO(OH)$[lục] $+ H_2O$ (100°C, trg k.khí).


$2Cr(OH)_3 = Cr_2O_3 + 3H_2O$ (430 - 1000°C),

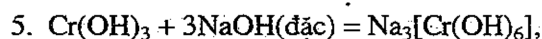

$Cr(OH)_3 \cdot nH_2O = Cr(OH)_3 + nH_2O$ (100°C).

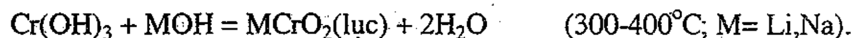

2. $Cr(OH)_3(r) + 6H_2O \rightleftharpoons [Cr(H_2O)_6]^{3+} + 3OH^-$; $pT_t^{25} = 30{,}13$.

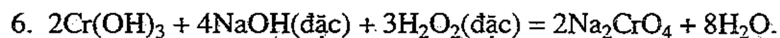

$Cr(OH)_3(r) + 6H_2O \rightleftharpoons [Cr(OH)_6]^{3-} + 3H_3O^+$; $pT_t^{25} = 16{,}00$.


3. $Cr(OH)_3 + 3HCl$(loã.) $= CrCl_3 + 3H_2O$,
$2Cr(OH)_3 + 3H_2SO_4$(loã.) $= Cr_2(SO_4)_3 + 6H_2O$,
$Cr(OH)_3 + 3HNO_3$(loã.) $= Cr(NO_3)_3 + 3H_2O$.


4. $Cr(OH)_3 + 3HF$(đặc) $= CrF_3\downarrow + 3H_2O$.


5. $Cr(OH)_3 + 3NaOH$(đặc) $= Na_3[Cr(OH)_6]$,

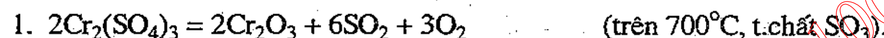

$Cr(OH)_3 + MOH = MCrO_2$(lục) $+ 2H_2O$ (300-400°C; M= Li,Na).

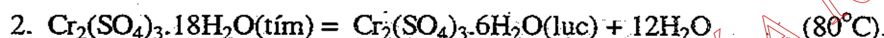

6. $2Cr(OH)_3 + 4NaOH$(đặc) $+ 3H_2O_2$(đặc) $= 2Na_2CrO_4 + 8H_2O$.

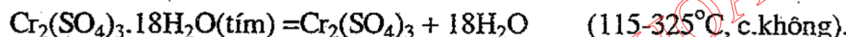
### 758. $Cr_2(SO_4)_3$ – CROM(III) SUNFAT

Hồng nhạt, phân huỷ khi đun nóng. Tinh thể hiđrat $Cr_2(SO_4)_3.18H_2O$ có cấu tạo $[Cr(H_2O)_6]_2(SO_4)_3.6H_2O$ tan nhiều trong nước, tinh thể hiđrat $Cr_2(SO_4)_3.6H_2O$ có cấu tạo $H_2[Cr_2(H_2O)_4(SO_4)_3(OH)_2]$ tan ít hơn nhiều, muối khan tan rất ít trong nước. Trong dung dịch bị thuỷ phân mạnh ở cation. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac, amoniac lỏng. Chất khử yếu, chất oxi hoá yếu. Tạo nên sunfat kép, phèn crom. Điều chế, xem 753[4], 757[3], 768[4].

$M = 392{,}18$; $d = 3{,}012$; 1,7( t.thể); $t_{nc} = 80$°C( t.thể); $k_t = 64^{(25)}$.

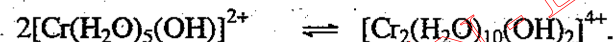

1. $2Cr_2(SO_4)_3 = 2Cr_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2$ (trên 700°C, t.chất $SO_3$).

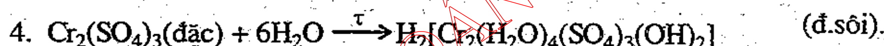

2. $Cr_2(SO_4)_3.18H_2O$(tím) $= Cr_2(SO_4)_3.6H_2O$(lục) $+ 12H_2O$ (80°C).

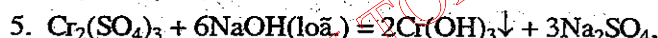

$Cr_2(SO_4)_3.18H_2O$(tím) $= Cr_2(SO_4)_3 + 18H_2O$ (115-325°C, c.không).

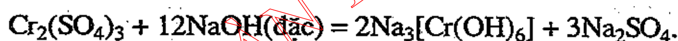

3. $Cr_2(SO_4)_3$(loã.) $+ 12H_2O = 2[Cr(H_2O)_6]^{3+} + 3SO_4^{2-}$ ($t$ thường).

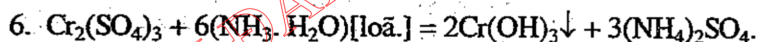

$[Cr_2(H_2O)_6]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons 2[Cr(H_2O)_5\,OH]^{2+} + H_3O^+$; $pK_a = 3{,}95$,


$2[Cr(H_2O)_5(OH)]^{2+} \rightleftharpoons [Cr_2(H_2O)_{10}(OH)_2]^{4+}$.

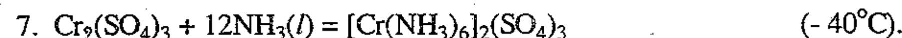

4. $Cr_2(SO_4)_3$(đặc) $+ 6H_2O \xrightarrow{\tau} H_2[Cr_2(H_2O)_4(SO_4)_3(OH)_2]$ (đ.sôi).


5. $Cr_2(SO_4)_3 + 6NaOH$(loã.) $= 2Cr(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$,

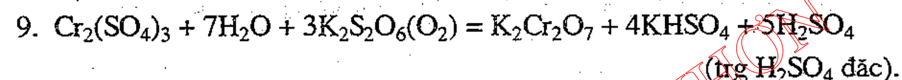

$Cr_2(SO_4)_3 + 12NaOH$(đặc) $= 2Na_3[Cr(OH)_6] + 3Na_2SO_4$.

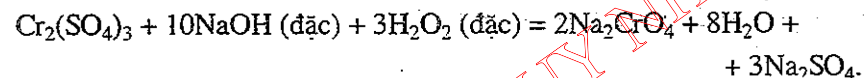

6. $Cr_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)$[loã.] $= 2Cr(OH)_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$.

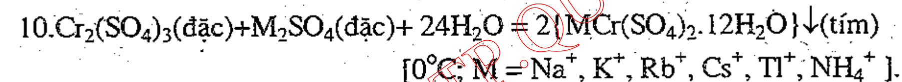


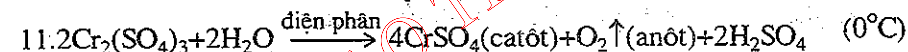

7. $Cr_2(SO_4)_3 + 12NH_3(l) = [Cr(NH_3)_6]_2(SO_4)_3$ (- 40°C).

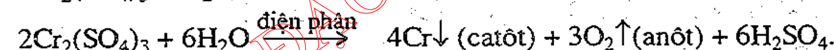

8. $Cr_2(SO_4)_3 + 2H^0$(Zn, $H_2SO_4$ loã.) $= 2CrSO_4 + H_2SO_4$.


9. $Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O + 3K_2S_2O_6(O_2) = K_2Cr_2O_7 + 4KHSO_4 + 5H_2SO_4$
(trg $H_2SO_4$ đặc).


$Cr_2(SO_4)_3 + 10NaOH$ (đặc) $+ 3H_2O_2$ (đặc) $= 2Na_2CrO_4 + 8H_2O +$
$+ 3Na_2SO_4$.


10. $Cr_2(SO_4)_3$(đặc)$+M_2SO_4$(đặc)$+ 24H_2O = 2\{MCr(SO_4)_2.12H_2O\}\downarrow$(tím)
[0°C; M = $Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, Tl^+, NH_4^+$ ].

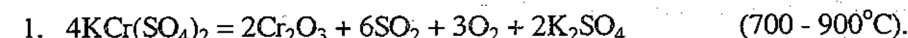

11. $2Cr_2(SO_4)_3+2H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 4CrSO_4$(catôt)$+O_2\uparrow$(anôt)$+2H_2SO_4$ (0°C)

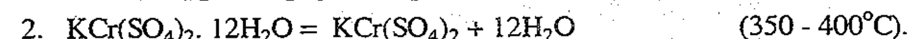

$2Cr_2(SO_4)_3 + 6H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 4Cr\downarrow$ (catôt) $+ 3O_2\uparrow$(anôt) $+ 6H_2SO_4$.

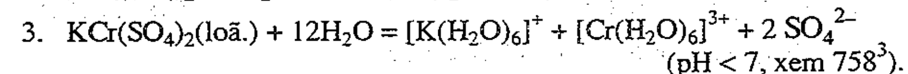
### 759. $KCr(SO_4)_2$ – KALI CROM(III) SUNFAT

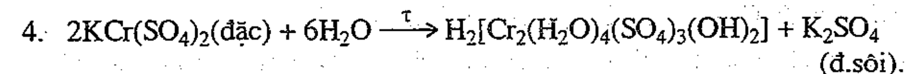
Đỏ, phân huỷ khi đun nóng. Tinh thể hiđrat tím thẫm $KCr(SO_4)_2.12H_2O$ (phèn crom) có cấu tạo $[K(H_2O)_6]$ $[Cr(H_2O)_6(SO_4)_2]$. Tinh thể hiđrat tan nhiều trong nước, muối khan tan rất ít. Trong dung dịch bị thuỷ phân mạnh ở cation(III). Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất oxi hoá yếu, chất khử yếu. Điều chế, xem 758[10].

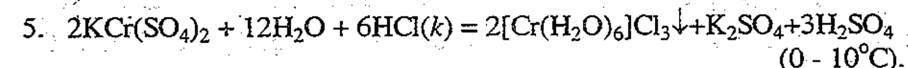
$M = 283{,}22$; $d = 1{,}842$( t.thể); $t_{nc} = 89$°C( t.thể); $k_t = 12{,}51^{(25)}$.

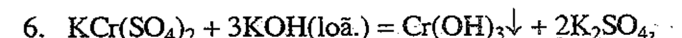

1. $4KCr(SO_4)_2 = 2Cr_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2 + 2K_2SO_4$ (700 - 900°C).

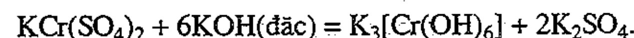

2. $KCr(SO_4)_2.\ 12H_2O = KCr(SO_4)_2 + 12H_2O$ (350 - 400°C).

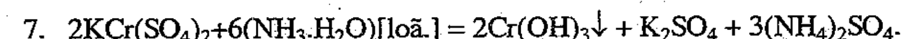

3. $KCr(SO_4)_2$(loã.) $+ 12H_2O = [K(H_2O)_6]^+ + [Cr(H_2O)_6]^{3+} + 2\,SO_4^{2-}$
(pH < 7, xem 758[3]).


4. $2KCr(SO_4)_2$(đặc) $+ 6H_2O \xrightarrow{\tau} H_2[Cr_2(H_2O)_4(SO_4)_3(OH)_2] + K_2SO_4$
(đ.sôi).

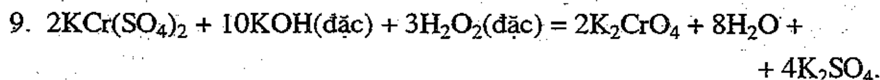

5. $2KCr(SO_4)_2 + 12H_2O + 6HCl(k) = 2[Cr(H_2O)_6]Cl_3\downarrow+K_2SO_4+3H_2SO_4$
(0 - 10°C).


6. $KCr(SO_4)_2 + 3KOH$(loã.) $= Cr(OH)_3\downarrow + 2K_2SO_4$,


$KCr(SO_4)_2 + 6KOH$(đặc) $= K_3[Cr(OH)_6] + 2K_2SO_4$.


7. $2KCr(SO_4)_2+6(NH_3.H_2O)$[loã.] $= 2Cr(OH)_3\downarrow + K_2SO_4 + 3(NH_4)_2SO_4$.


8. $2KCr(SO_4)_2 + 2H^0$(Zn, $H_2SO_4$ loã.) $= 2CrSO_4 + H_2SO_4 + K_2SO_4$.


9. $2KCr(SO_4)_2 + 10KOH(\text{đặc}) + 3H_2O_2(\text{đặc}) = 2K_2CrO_4 + 8H_2O + 4K_2SO_4$.

### 760. $K_2CrO_4$ – KALI CROMAT

Khoáng vật tarapacait. Vàng, khi đun nóng trở nên đỏ và nóng chảy. Bền trong không khí. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), bền trong môi trường kiềm. Chất oxi hoá trong dung dịch nước khá yếu hơn $K_2Cr_2O_7$. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 753[9], 754[4], 761[1,6].

$M = 194,19$; $d = 2,732$; $t_{nc} = 968,3°C$; $k_t = 63,0^{(20)}$; $75,1^{(80)}$.

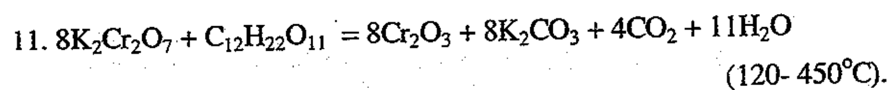
1. $K_2CrO_4(\text{loãng}) + 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + CrO_4^{2-}$,
   $CrO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCrO_4^- + OH^-$; $pK_b = 7,50$.
2. $2K_2CrO_4 + 2HCl(\text{loãng}) = K_2Cr_2O_7 + 2KCl + H_2O$,
   $K_2CrO_4 + 2HCl\ (< 20\%) = K[Cr(Cl)O_3] + KCl + H_2O$.
3. $2K_2CrO_4(r) + 16HCl(36\%, ng') = 2CrCl_3 + 3Cl_2\uparrow + 8H_2O + 4KCl$.
4. $2K_2CrO_4 + H_2SO_4(\text{loãng}) = K_2Cr_2O_7 + 2K_2SO_4 + H_2O$.
5. $2K_2CrO_4(\text{đặc}) + H_2O + 2CO_2 = K_2Cr_2O_7 + 2KHCO_3$ ($t$ thường, $p$).
6. $K_2CrO_4 + 2AgNO_3 = Ag_2CrO_4\downarrow + 2KNO_3$,
   $K_2CrO_4 + Hg_2(NO_3)_2 = Hg_2CrO_4\downarrow + 2KNO_3$.
7. $K_2CrO_4 + M(NO_3)_2 = MCrO_4\downarrow + 2KNO_3$ (M = Ba, Pb, Hg).
8. $2K_2CrO_4 + 2H_2O(ng') + 3H_2S(k) = 2Cr(OH)_3\downarrow + 3S\downarrow + 4KOH$,
   $2K_2CrO_4 + 8H_2O + 3K_2S = 2K_3[Cr(OH)_6] + 3S\downarrow + 4KOH$ (trg KOH đặc).
9. $2K_2CrO_4 + 5KOH(\text{đặc}) + 8H_2O + 3K[Sn(OH)_3] = 2K_3[Cr(OH)_6] + 3K_2[Sn(OH)_6]$.
10. $2K_2CrO_4 + 4H_2SO_4(\text{khan}) + 2KCl = CrCl_2O_2 + 4KHSO_4 + 2H_2O$ (30-50°C).

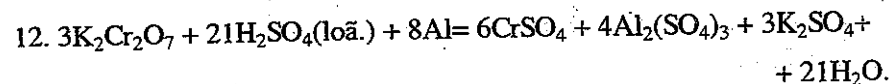
### 761. $K_2Cr_2O_7$ – KALI ĐICROMAT

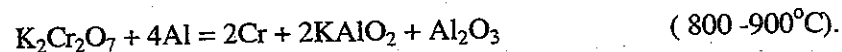
Khoáng vật lopezit. Đỏ -da cam, nóng chảy không phân huỷ, phân huỷ khi đun nóng mạnh hơn. Tan nhiều trong nước, một phần anion biến thành $HCrO_4^-$, anion này proton phân. Bền trong môi trường axit. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Phản ứng với axit clohiđric đặc, bị kiềm phân huỷ. Chất oxi hoá mạnh trong dung dịch và thiêu kết, phản ứng với những chất khử điển hình. Tham gia phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem 760[4].

$M = 294,18$; $d = 2,684$; $t_{nc} = 397,5°C$; $k_t = 12,48^{(20)}$; $73,01^{(80)}$.

1. $4K_2Cr_2O_7 = 4K_2CrO_4 + 2Cr_2O_3 + 3O_2$ (500-600°C).
2. $K_2Cr_2O_7 + 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + Cr_2O_7^{2-}$,
   $Cr_2O_7^{2-} + H_2O \rightleftharpoons 2HCrO_4^-$; $pK_c = 2,2$,
   $HCrO_4^- + H_2O \rightleftharpoons CrO_4^{2-} + H_3O^+$; $pK_a = 6,50$.
3. $K_2Cr_2O_7(\text{đặc}) \xrightarrow{-K_2CrO_4} K_2Cr_3O_{10}$; $K_2Cr_4O_{13}$(đỏ thẫm) (đ.sôi).
4. $K_2Cr_2O_7(r) + 14HE(\text{đặc}) = 2CrE_3 + 3E_2 + 7H_2O + 2KE$ (E = Cl, Br, I).
5. $K_2Cr_2O_7 + 2H_2SO_4(96\%) = 2KHSO_4 + 2CrO_3\downarrow + H_2O$ (75-90°C).
6. $K_2Cr_2O_7 + 2KOH(\text{đặc}) = 2K_2CrO_4 + H_2O$.
7. $K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4(\text{loãng}) + 6KI = Cr_2(SO_4)_3 + 3I_2\downarrow + 4K_2SO_4 + 7H_2O$,
   $K_2Cr_2O_7(r) + 7H_2SO_4(\text{đặc}) + 6KBr = Cr_2(SO_4)_3 + 3Br_2 + 4K_2SO_4 + 7H_2O$. (đ.sôi).
8. $K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4(\text{loãng}) + 3H_2S = Cr_2(SO_4)_3 + 3S\downarrow + K_2SO_4 + 7H_2O$,
   $K_2Cr_2O_7 + H_2O + 3H_2S = 2Cr(OH)_3\downarrow + 3S\downarrow + 2KOH$.
   $K_2Cr_2O_7 + 7H_2O + 3K_2S = 2K_3[Cr(OH)_6] + 3S\downarrow + 2KOH$ (trg KOH đặc).
9. $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4(\text{loãng}) + 3SO_2 = Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$,
   $K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4(\text{loãng}) + 3KNO_2 = Cr_2(SO_4)_3 + 3KNO_3 + K_2SO_4 + 4H_2O$,
   $K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4(\text{loãng}) + 6FeSO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + 7H_2O + K_2SO_4$.
10. $K_2Cr_2O_7 + 8HCl(\text{loãng}) + 3C_2H_5OH = 2CrCl_3 + 3CH_3C(H)O + 7H_2O + 2KCl$. (đ.sôi).


11. $8K_2Cr_2O_7 + C_{12}H_{22}O_{11} = 8Cr_2O_3 + 8K_2CO_3 + 4CO_2 + 11H_2O$ (120- 450°C).

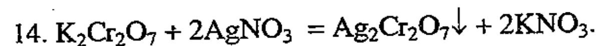

12. $3K_2Cr_2O_7 + 21H_2SO_4$(loã.) $+ 8Al = 6CrSO_4 + 4Al_2(SO_4)_3 + 3K_2SO_4 + 21H_2O$.

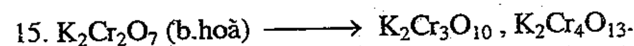

$K_2Cr_2O_7 + 4Al = 2Cr + 2KAlO_2 + Al_2O_3$ ( 800 -900°C).

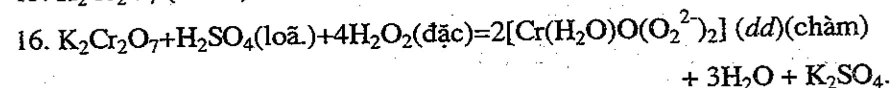

13. $K_2Cr_2O_7 + 3H_2 = Cr_2O_3 + 2KOH + 2H_2O$ (500°C),

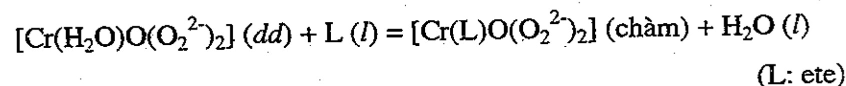

$K_2Cr_2O_7 + S = Cr_2O_3 + K_2SO_4$ ( 800 - 1000°C),


$K_2Cr_2O_7 + 2C$(cốc) $= Cr_2O_3 + K_2CO_3 + CO$ (800°C).


14. $K_2Cr_2O_7 + 2AgNO_3 = Ag_2Cr_2O_7\downarrow + 2KNO_3$.


15. $K_2Cr_2O_7$ (b.hoã) $\longrightarrow K_2Cr_3O_{10}, K_2Cr_4O_{13}$.

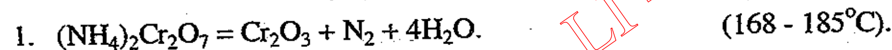

16. $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$(loã.)$+4H_2O_2$(đặc)$=2[Cr(H_2O)O(O_2^{2-})_2]$ (*dd*)(chàm) $+ 3H_2O + K_2SO_4$.

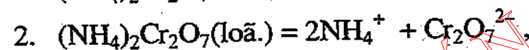

$[Cr(H_2O)O(O_2^{2-})_2]$ (*dd*) + L (*l*) = $[Cr(L)O(O_2^{2-})_2]$ (chàm) + $H_2O$ (*l*) (L: ete)

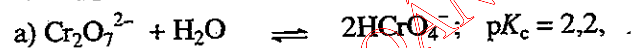
## 762. $(NH_4)_2Cr_2O_7$ – AMONI ĐICROMAT

Da cam, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), anion biến một phần thành $HCrO_4^-$ và proton phân. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Phản ứng với axit clohiđric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Chất oxi hoá mạnh trong dung dịch. Điều chế, xem 754[5].

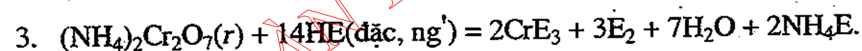
$M = 252,06$; $d = 2,15$; $k_t = 35,6^{(20)}$; $115^{(80)}$.


1. $(NH_4)_2Cr_2O_7 = Cr_2O_3 + N_2 + 4H_2O$. (168 - 185°C).

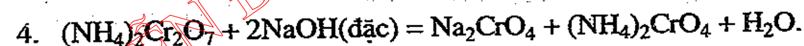

2. $(NH_4)_2Cr_2O_7$(loã.) $= 2NH_4^+ + Cr_2O_7^{2-}$,


a) $Cr_2O_7^{2-} + H_2O \rightleftharpoons 2HCrO_4^-$; $pK_c = 2,2$,

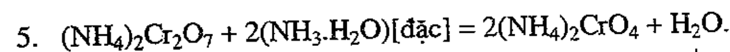

b) $HCrO_4^- + H_2O \rightleftharpoons CrO_4^{2-} + H_3O^+$; $pK_a = 9,24$.

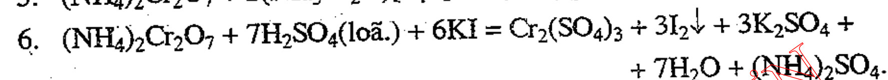

3. $(NH_4)_2Cr_2O_7(r) + 14HE$(đặc, ng') $= 2CrE_3 + 3E_2 + 7H_2O + 2NH_4E$.


(E = Cl, Br, I).


4. $(NH_4)_2Cr_2O_7 + 2NaOH$(đặc) $= Na_2CrO_4 + (NH_4)_2CrO_4 + H_2O$.



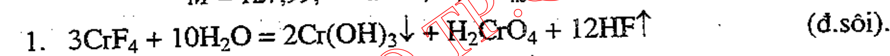

5. $(NH_4)_2Cr_2O_7 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= 2(NH_4)_2CrO_4 + H_2O$.

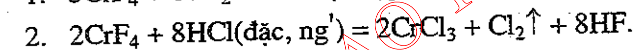

6. $(NH_4)_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4$(loã.) $+ 6KI = Cr_2(SO_4)_3 + 3I_2\downarrow + 3K_2SO_4 + 7H_2O + (NH_4)_2SO_4$.

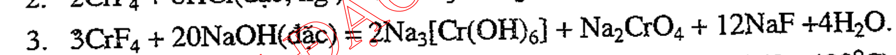
## 763. $CrF_4$ – CROM(IV) FLORUA

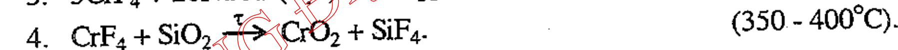
Vô định hình màu nâu hoặc tinh thể màu lục thẫm, trạng thái khí màu chàm. Dễ nóng chảy, dễ sôi. Phản ứng với nước sôi, axit, kiềm, silic dioxit. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 752[6], 766[15].

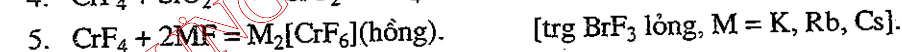
$M = 127,99$; $d = 2,89$; $t_{nc} \approx 200$°C; $t_s = 400$°C.


1. $3CrF_4 + 10H_2O = 2Cr(OH)_3\downarrow + H_2CrO_4 + 12HF\uparrow$ (đ.sôi).


2. $2CrF_4 + 8HCl$(đặc, ng') $= 2CrCl_3 + Cl_2\uparrow + 8HF$.


3. $3CrF_4 + 20NaOH$(đặc) $= 2Na_3[Cr(OH)_6] + Na_2CrO_4 + 12NaF + 4H_2O$.

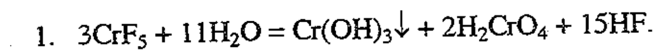

4. $CrF_4 + SiO_2 \xrightarrow{t} CrO_2 + SiF_4$. (350 - 400°C).

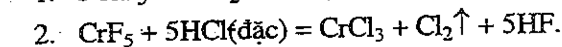

5. $CrF_4 + 2MF = M_2[CrF_6]$(hồng). [trg $BrF_3$ lỏng, M = K, Rb, Cs].

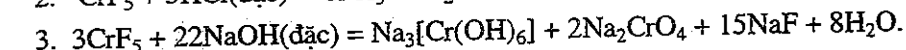
## 764. $CrF_5$ – CROM(V) FLORUA

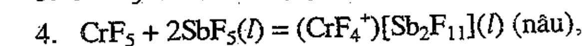
Đỏ, rất hút ẩm, dễ nóng chảy, bay hơi. Bị nước, kiềm phân huỷ. Chất phản ứng mạnh: phản ứng với axit clohiđric đặc. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 752[7], 754[6].

$M = 146,99$; $t_{nc} = 30$°C;


1. $3CrF_5 + 11H_2O = Cr(OH)_3\downarrow + 2H_2CrO_4 + 15HF$.


2. $CrF_5 + 5HCl$(đặc) $= CrCl_3 + Cl_2\uparrow + 5HF$.


3. $3CrF_5 + 22NaOH$(đặc) $= Na_3[Cr(OH)_6] + 2Na_2CrO_4 + 15NaF + 8H_2O$.


4. $CrF_5 + 2SbF_5(l) = (CrF_4^+)[Sb_2F_{11}](l)$ (nâu),


$CrF_5 + CsF = Cs[CrF_6]$. (trg $BrF_3$ lỏng).

## 765. $CrCl_2$ – CROM(II) CLORUA

Trắng, thăng hoa khi đun nóng trong chân không, bền nhiệt. Tan nhiều trong nước; khi để, từ dung dịch giải phóng hiđro. Tinh thể hiđrat màu lam thẫm $CrCl_2.4H_2O$ có cấu tạo $[Cr(H_2O)_4Cl_2]$; $CrCl_2$ trong dung dịch có cấu tạo tương tự. Phản ứng với axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử rất mạnh, dễ bị oxi tan trong nước oxi hoá. Điều chế, xem 752[2], 756[2], 766[13,14].

$M = 122,90$; $d = 2,75 \div 2,90$; $t_{nc} = 824$°C; $t_s = 1330$°C.

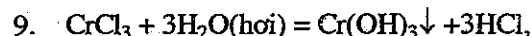
1. $CrCl_2.4H_2O = CrCl_2 + 4H_2O$. (113°C).
2. $CrCl_2 + 4H_2O = [Cr(H_2O)_4Cl_2]$. (0°C).
   $[Cr(H_2O)_4Cl_2] + H_2O \rightleftharpoons [Cr(H_2O)_5Cl]^+ + Cl^-$,
   $[Cr(H_2O)_5Cl_2]^+ + H_2O \rightleftharpoons [Cr(H_2O)_4Cl(OH)] + H_3O^+$.
3. $2CrCl_2 + 10H_2O \xrightarrow{\tau} 2[Cr(H_2O)_4Cl_2]OH + H_2\uparrow$. (*t* thường).
4. $2CrCl_2 + 4H_2SO_4$(đặc) $= Cr_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + 2H_2O + 4HCl\uparrow$. (đ.sôi).
   $CrCl_2 + 4HNO_3$(đặc) $= Cr(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 2HCl\uparrow + H_2O$. (đ.sôi).
5. $CrCl_2 + 2NaOH$(loã.) $= Cr(OH)_2\downarrow + 2NaCl$. (trg khí quyển $H_2$).
6. $4CrCl_2 + 18H_2O + O_2 = 4[Cr(H_2O)_4Cl_2]OH$.
7. $CrCl_2 + 2KF$(b.hoà) $= CrF_2\downarrow + 2KCl$.
8. $2CrCl_2 + 10(NH_3.H_2O)$[đặc] $+ 2NH_4Cl(r) = 2[Cr(NH_3)_6]Cl_3\downarrow + H_2\uparrow +$
   $+ 10H_2O$. (kết tủa bằng rượu etylic).
9. $2CrCl_2 + H[SnCl_3] \xrightarrow{\tau} 2CrCl_3 + Sn\downarrow + HCl$. (trg HCl loã.).
10. $2CrCl_2$(đặc) $+ 2H_2O + 4Na(CH_3COO) = [Cr_2(H_2O)_2(CH_3COO)_4]\downarrow +$ (đỏ thẫm)
    $+ 4NaCl$.

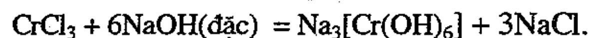
**766. $CrCl_3$ – CROM(III) CLORUA**

Đỏ-tím, khó nóng chảy, phân huỷ khi nung. Thăng hoa khi đun nóng trong luồng khí clo. Tan nhiều trong nước nguội (nhưng hết sức chậm, tan nhanh khi có mặt $CrCl_2$), (bị thuỷ phân ở cation). Tinh thể hiđrat $CrCl_3.6H_2O$ có các đồng phân: $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ màu lam - xám. $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$ màu lục nhạt và $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$ màu lục thẫm, những đồng phân màu lục không tan trong axit clohiđric đặc. Từ huyền phù của $CrCl_3.6H_2O$ trong ete người ta tách được tinh thể hiđrat màu nâu $CrCl_3.3H_2O$ có cấu tạo $[Cr(H_2O)_3Cl_3]$. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất oxi hoá yếu: trong dung dịch bị hiđro nguyên tử khử, ở nhiệt độ cao bị hiđro, canxi, crom khử. Chất khử yếu: trong dung dịch bị axit clohiđric, kali pemanganat, halogen oxi hoá, ở nhiệt độ cao bị flo oxi hoá. Tham gia các phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem $752^8$, $753^6$, $757^3$, $759^5$.

$CrCl_3$: $M = 158{,}36$; $d = 2{,}67$; $t_{nc} = 1150°C(p)$; $k_t = 34{,}9^{(25)}$.
$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$; $M = 266{,}45$; $d = 1{,}76$; $t_{nc} = 95°C$; $k_t = 77^{(25)}$.
$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2$; $M = 248{,}43$; $d = 1{,}76$;
$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$; $M = 230{,}42$; $d = 1{,}585$; $t_{nc} = 83°C$; $k_t = 50{,}6^{(25)}$.
$[Cr(H_2O)_3Cl_3]$: $M = 212{,}40$.

1. $2CrCl_3 = 2CrCl_2 + Cl_2$. (1300°C).
2. $[Cr(H_2O)_6]Cl_3\downarrow \rightleftharpoons CrCl_3$(b.hoà) $+ 6H_2O$. (0°C).
   $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl\downarrow + 2H_2O \rightleftharpoons CrCl_3$(b.hoà) $+ 6H_2O$. (đ.sôi).
3. $[Cr(H_2O)_6]Cl_3 = [Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$. (300°C).
   $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O = [Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$. (50 - 55°C).
   $2[Cr(H_2O)_3Cl_3] = [Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O + CrCl_3$. (200 - 220°C).
4. $2\{[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O\} = Cr_2O_3 + 6HCl + 9H_2O$. (650°C).
   $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O \xrightarrow{\tau} [Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl + 2H_2O$
   (*t* thường, c.không, trên $H_2SO_4$ đặc).
5. $CrCl_3 + 6H_2O = [Cr(H_2O)_6]^{3+} + 3Cl^-$. (0 - 10°C, pH < 7, xem $758^3$).
   $[Cr(H_2O)_6]^{3+} \underset{H_2O}{\overset{Cl^-,\ 30\text{-}50°C}{\rightleftharpoons}} [Cr(H_2O)_5Cl]^{2+} \underset{H_2O}{\overset{Cl^-,\ 30\text{-}50°C}{\rightleftharpoons}} [Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$.
6. $2CrCl_3$(đặc) $+ 10H_2O \xrightarrow{\tau} [Cr(H_2O)_6]Cl_3 + [Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$.
   (*t* thường).
   $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$(đặc) $= [Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 + H_2O$.
   (30 -35°C, trg HCl loã.).
   $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$(đặc) $= [Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O\downarrow$.
   (50 - 80°C, trg HCl đặc).
7. $CrCl_3.6H_2O = [Cr(H_2O)_3Cl_3] + 3H_2O(l)\downarrow$. (*t* thường trg ete).
   $[Cr(H_2O)_3 Cl_3] + H_2O = [Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$. (đ.sôi).
8. $2CrCl_3 + 3H_2O$(hơi) $= 6HCl + Cr_2O_3$. (350-450°C).


9. $CrCl_3 + 3H_2O$(hơi) = $Cr(OH)_3\downarrow + 3HCl$,

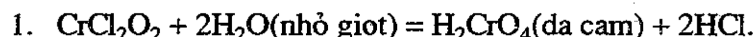

$CrCl_3 + 6NaOH$(đặc) = $Na_3[Cr(OH)_6] + 3NaCl$.

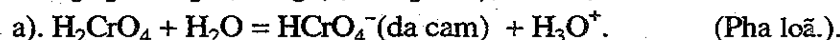

10. $CrCl_3 + 3(NH_3.H_2O)$[loã.] = $Cr(OH)_3 + 3NH_4Cl$.

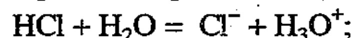
### 767. $CrCl_2O_2$ – CROM ĐIOXIT - ĐICLORUA

Chất lỏng đỏ thẫm, dễ sôi, bền nhiệt. Phân huỷ trong không khí ẩm (bốc khói). Trộn lẫn với $PCl_3$ lỏng, cacbon tetraclorua. Bị thuỷ phân, phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Điều chế, xem 754[3], 760[10].

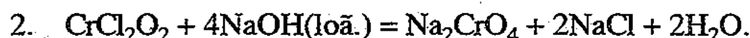
$M = 154,90$; $d = 1,91^{(925)}$; $t_{nc} = -96,5°C$; $t_s = +117°C$;

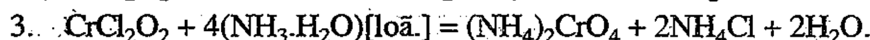

1. $CrCl_2O_2 + 2H_2O$(nhỏ giọt) = $H_2CrO_4$(da cam) + $2HCl$.


a). $H_2CrO_4 + H_2O = HCrO_4^-$(da cam) + $H_3O^+$. (Pha loã.).


$HCl + H_2O = Cl^- + H_3O^+$;


b). $HCrO_4^- + Cl^- + H_3O^+ \rightleftharpoons [Cr(Cl)O_3]^-$(da cam) + $2H_2O$.


2. $CrCl_2O_2 + 4NaOH$(loã.) = $Na_2CrO_4 + 2NaCl + 2H_2O$.

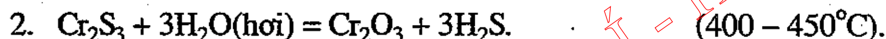

3. $CrCl_2O_2 + 4(NH_3.H_2O)$[loã.] = $(NH_4)_2CrO_4 + 2NH_4Cl + 2H_2O$.

### 768. $Cr_2S_3$ – CROM(III) SUNFUA

Đen, nóng chảy dưới áp suất dư của hơi lưu huỳnh, phân huỷ khi nung, bị oxi hoá trong không khí. Không tan trong nước. Sản phẩm đã nung không bị thuỷ phân (khác với $Al_2S_3$). Không kết tủa từ dung dịch vì những ion $Cr^{3+}$ và $S^{2-}$ bị thuỷ phân hoàn toàn khi chúng có mặt đồng thời với nhau (giống như những ion $Al^{3+}$ và $S^{2-}$). Bị hơi nước, axit, kiềm phân huỷ, bị hiđrat amoniac phân huỷ một phần. Điều chế, xem 752[10], 766[16].

$M = 200,19$; $d = 3,37$; $t_{nc} = 1000°C(p)$;

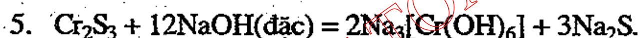

1. $Cr_2S_3 = 2CrS + S$. (1350°C, c.không).


2. $Cr_2S_3 + 3H_2O$(hơi) = $Cr_2O_3 + 3H_2S$. (400 – 450°C).

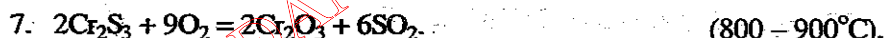

3. $Cr_2S_3 + 6HCl$(đặc) = $2CrCl_3 + 3H_2S\uparrow$.


4. $Cr_2S_3 + 6H_2SO_4$(đặc) = $Cr_2(SO_4)_3 + 3S\downarrow + 3SO_2 + 6H_2O$.


$Cr_2S_3 + 30HNO_3$(đặc, ng') = $2Cr(NO_3)_3 + 3H_2SO_4 + 24NO_2 + 12H_2O$.


5. $Cr_2S_3 + 12NaOH$(đặc) = $2Na_3[Cr(OH)_6] + 3Na_2S$.


6. $Cr_2S_3 + 3(NH_3.H_2O)$[loã.] + $3H_2O \rightleftharpoons 2Cr(OH)_3\downarrow + 3NH_4HS$.

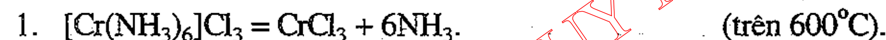

7. $2Cr_2S_3 + 9O_2 = 2Cr_2O_3 + 6SO_2$. (800 – 900°C).

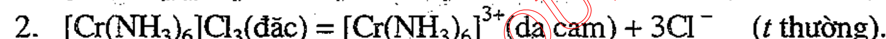


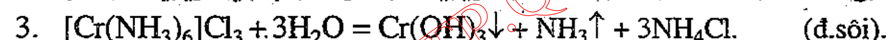
### 769. $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$ – HEXAAMMINCROM(III) CLORUA

Vàng - da cam, phân huỷ khi đun nóng. Nhạy cảm với ánh sáng. Tan vừa trong nước nguội, trong dung dịch loãng xảy ra sự aqua hoá. Bền trong môi trường của axit sunfuric, của axit nitric. Bị nước sôi, axit nitric đặc, kiềm phân huỷ. Điều chế, xem 765[8], 766[17].

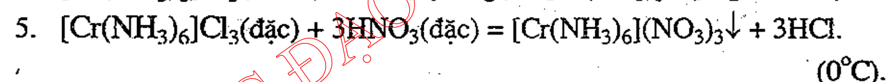
$M = 260,54$; $d = 1,59$.

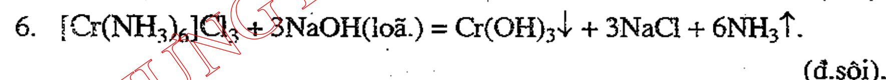

1. $[Cr(NH_3)_6]Cl_3 = CrCl_3 + 6NH_3$. (trên 600°C).


2. $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$(đặc) = $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$(da cam) + $3Cl^-$ ($t$ thường).


3. $[Cr(NH_3)_6]Cl_3 + 3H_2O = Cr(OH)_3\downarrow + NH_3\uparrow + 3NH_4Cl$. (đ.sôi).


4. $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$(b.hoà) + $HCl$(đặc, ng') = $[Cr(NH_3)_5Cl]Cl_2\downarrow + NH_4Cl$.


5. $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$(đặc) + $3HNO_3$(đặc) = $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3\downarrow + 3HCl$. (0°C).

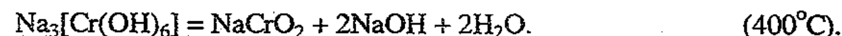

6. $[Cr(NH_3)_6]Cl_3 + 3NaOH$(loã.) = $Cr(OH)_3\downarrow + 3NaCl + 6NH_3\uparrow$. (đ.sôi).

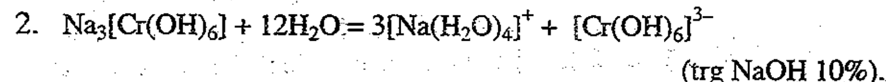
### 770. $Na_3[Cr(OH)_6]$ – NATRI HEXAHIĐROXOCROMAT (III)

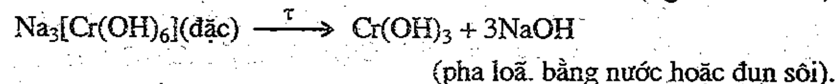
Lục, không bền nhiệt. Bền trong môi trường axit mạnh của dung dịch. Bị nước nóng, axit phân huỷ. Chất oxi hoá mạnh hơn và chất khử yếu hơn so với $Cr_2(SO_4)_3$ và $Cr(NO_3)_3$. Không bị hiđro nguyên tử khử. Điều chế, xem 757[5], 758[5].

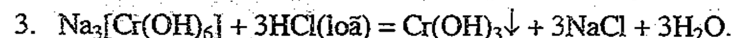
$M = 223,01$.

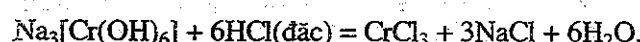

1. $Na_3[Cr(OH)_6] = CrO(OH) + 3NaOH + H_2O$. (200°C).

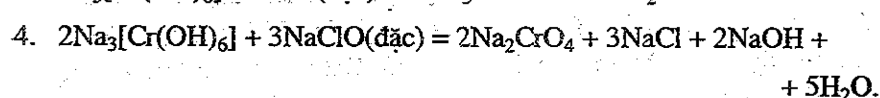

$Na_3[Cr(OH)_6] = NaCrO_2 + 2NaOH + 2H_2O$. (400°C).

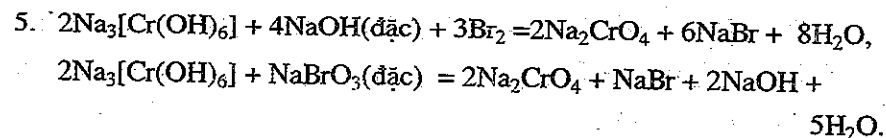

2. $Na_3[Cr(OH)_6] + 12H_2O = 3[Na(H_2O)_4]^+ + [Cr(OH)_6]^{3-}$ (trg NaOH 10%).


$Na_3[Cr(OH)_6]$(đặc) $\xrightarrow{\tau}$ $Cr(OH)_3 + 3NaOH$ (pha loã. bằng nước hoặc đun sôi).

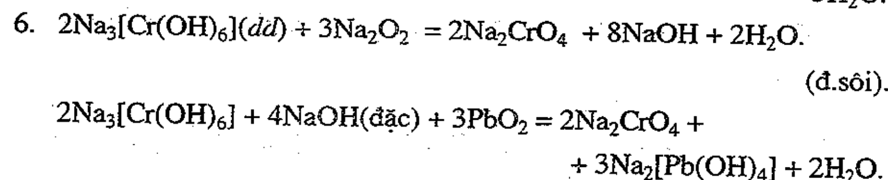

3. $Na_3[Cr(OH)_6] + 3HCl$(loã) = $Cr(OH)_3\downarrow + 3NaCl + 3H_2O$.


$Na_3[Cr(OH)_6] + 6HCl$(đặc) = $CrCl_3 + 3NaCl + 6H_2O$.


4. $2Na_3[Cr(OH)_6] + 3NaClO$(đặc) = $2Na_2CrO_4 + 3NaCl + 2NaOH + 5H_2O$.



5. $2Na_3[Cr(OH)_6] + 4NaOH(đặc) + 3Br_2 = 2Na_2CrO_4 + 6NaBr + 8H_2O$,
$2Na_3[Cr(OH)_6] + NaBrO_3(đặc) = 2Na_2CrO_4 + NaBr + 2NaOH + 5H_2O$.

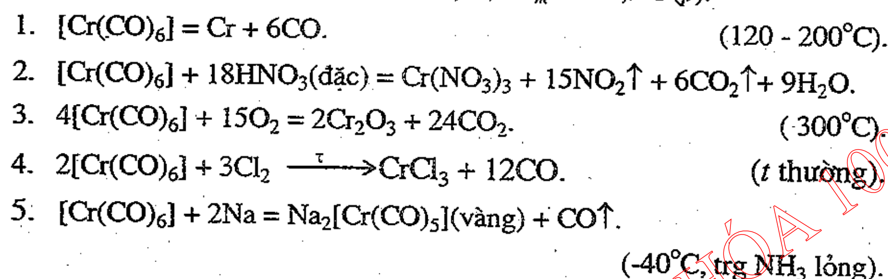


6. $2Na_3[Cr(OH)_6](dd) + 3Na_2O_2 = 2Na_2CrO_4 + 8NaOH + 2H_2O$. (đ.sôi).
$2Na_3[Cr(OH)_6] + 4NaOH(đặc) + 3PbO_2 = 2Na_2CrO_4 + 3Na_2[Pb(OH)_4] + 2H_2O$.

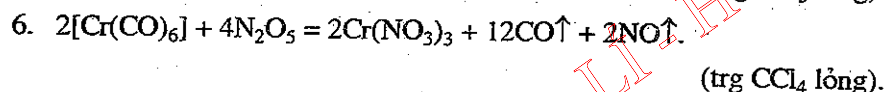
## 771. $[Cr(CO)_6]$ – CROM HEXACACBONYL

Trắng, bay hơi, không bền nhiệt. Nhạy cảm với ánh sáng. Không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit nitric đặc phân huỷ. Bị clo, oxi oxi hoá. Bị natri khử. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem 766[21].

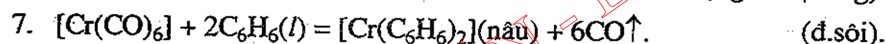
$M = 220{,}06$; $d = 1{,}77$; $t_{nc} = 154{,}5°C\ (p)$.



1. $[Cr(CO)_6] = Cr + 6CO$. (120 - 200°C).
2. $[Cr(CO)_6] + 18HNO_3(đặc) = Cr(NO_3)_3 + 15NO_2\uparrow + 6CO_2\uparrow + 9H_2O$.
3. $4[Cr(CO)_6] + 15O_2 = 2Cr_2O_3 + 24CO_2$. (300°C).
4. $2[Cr(CO)_6] + 3Cl_2 \xrightarrow{t} CrCl_3 + 12CO$. (t thường).
5. $[Cr(CO)_6] + 2Na = Na_2[Cr(CO)_5](vàng) + CO\uparrow$. (-40°C, trg $NH_3$ lỏng).



6. $2[Cr(CO)_6] + 4N_2O_5 = 2Cr(NO_3)_3 + 12CO\uparrow + 2NO\uparrow$. (trg $CCl_4$ lỏng).



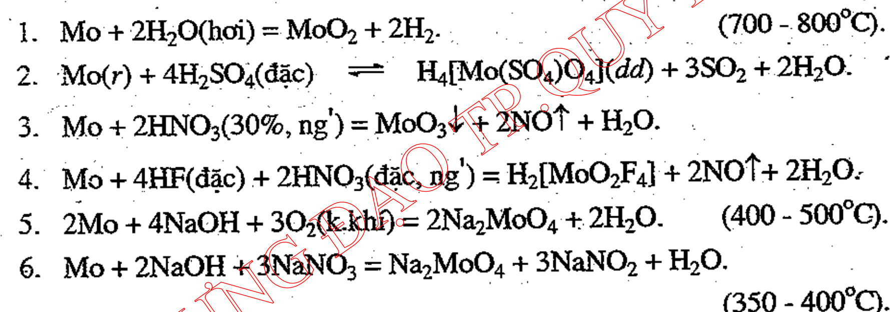
7. $[Cr(CO)_6] + 2C_6H_6(l) = [Cr(C_6H_6)_2](nâu) + 6CO\uparrow$. (đ.sôi).

# MOLIPĐEN

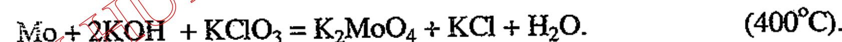
## 772. Mo – MOLIPĐEN

Kim loại màu xám nhạt, khá cứng, dẻo. Bền trong không khí. Không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac, hiđro, iot. Bị axit nitric bốc khói thụ động hoá. Phản ứng với hơi nước, axit sunfuric đặc, axit nitric đặc (nhất là trong hỗn hợp với axit flohiđric), khi nấu chảy với kiềm trong không khí, phản ứng với oxi, halogen, lưu huỳnh, cacbon monooxit, cacbon đioxit, đihiđro sunfua. Quan trọng trong công nghiệp là hợp kim với sắt feromolipđen (≥ 55% Mo). Điều chế, xem 774[10], 777[6], 778[1,6], 779[1,3].

$M = 95{,}94$; $d = 10{,}23$; $t_{nc} = 2620°C$; $t_s = 4630°C$.



1. $Mo + 2H_2O(hơi) = MoO_2 + 2H_2$. (700 - 800°C).
2. $Mo(r) + 4H_2SO_4(đặc) \rightleftharpoons H_4[Mo(SO_4)O_4](dd) + 3SO_2 + 2H_2O$.
3. $Mo + 2HNO_3(30\%, ng') = MoO_3\downarrow + 2NO\uparrow + H_2O$.
4. $Mo + 4HF(đặc) + 2HNO_3(đặc, ng') = H_2[MoO_2F_4] + 2NO\uparrow + 2H_2O$.
5. $2Mo + 4NaOH + 3O_2(k.khí) = 2Na_2MoO_4 + 2H_2O$. (400 - 500°C).
6. $Mo + 2NaOH + 3NaNO_3 = Na_2MoO_4 + 3NaNO_2 + H_2O$. (350 - 400°C).



$Mo + 2KOH + KClO_3 = K_2MoO_4 + KCl + H_2O$. (400°C).



7. $Mo + 3F_2 = MoF_6$. (20 - 50°C).



$2Mo(bột) + 5Cl_2 = 2MoCl_5$. (40 - 100°C).



8. $2Mo + 3O_2 = 2MoO_3$. (600 - 700°C, t.chất $MoO_2$).



9. $Mo + 2S = MoS_2$. (600 - 700°C).



$Mo + 2H_2S = MoS_2 + 2H_2$. (trên 800°C).



10. $Mo + 2CO_2 = MoO_2 + 2CO$. (1200°C).

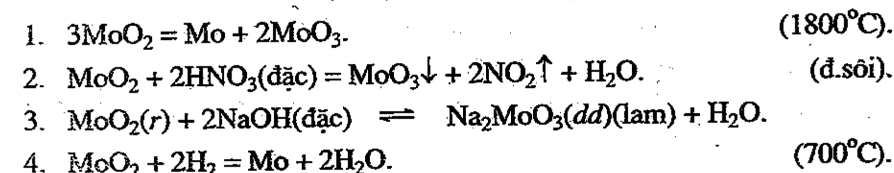


$Mo + 6CO = [Mo(CO)_6]$. (200°C, p).

## 773. $MoO_2$ – MOLIPĐEN(IV) OXIT

Tím-nâu, bay hơi khi nung, phân huỷ ở nhiệt độ cao. Ít có khả năng phản ứng: không phản ứng với nước, axit loãng, hiđrat amoniac. Kết tủa ở dạng $MoO(OH)_2$. Bị axit nitric đặc phân huỷ, phản ứng một phần với kiềm đặc. Bị clo oxi hoá, bị hiđro khử. Dễ dàng bị clo hoá và sunfua hoá. Điều chế, xem 772[1,10], 774[10], 778[2,3].

$M = 127{,}94$; $d = 6{,}47$; $pT_t^{18} = 50{,}0$.



1. $3MoO_2 = Mo + 2MoO_3$. (1800°C).
2. $MoO_2 + 2HNO_3(đặc) = MoO_3\downarrow + 2NO_2\uparrow + H_2O$. (đ.sôi).
3. $MoO_2(r) + 2NaOH(đặc) \rightleftharpoons Na_2MoO_3(dd)(lam) + H_2O$.
4. $MoO_2 + 2H_2 = Mo + 2H_2O$. (700°C).

5. $MoO_2 + Cl_2 = MoCl_2O_2$. (350°C).
6. $MoO_2 + 2CCl_4 = MoCl_4 + 2CCl_2O_2$. (250°C).
7. $MoO_2 + 2H_2S = MoS_2 + 2H_2O$. (400°C).

**774. $MoO_3$ – MOLIPĐEN (VI) OXIT**

Khoáng vật molipđit. Trắng (tinh thể lớn màu lục nhạt), trở nên vàng khi đun nóng, chưng cất được cùng với hơi nước. Không phản ứng với nước. Từ dung dịch lạnh kết tủa hiđrat màu vàng $MoO_3.2H_2O$ (hoặc không đúng lắm là $H_2MoO_4.H_2O$), từ dung dịch nóng kết tủa hiđrat màu trắng $MoO_3.H_2O$ (hoặc không đúng lắm là $H_2MoO_4$, axit molipđic), chúng dễ bị axit nitric đặc làm mất nước, nhạy cảm với ánh sáng (trở nên xanh chàm do khử một phần $Mo^{VI}$ thành $Mo^{V}$). Tan được trong axit đặc (trừ axit nitric). Trong dung dịch bị hiđro nguyên tử khử. Khi đun nóng bị hiđro, kali khử. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem $772^{3,8}$, $773^{2}$, $775^{1,4}$, $778^{4,7}$, $779^{2}$.

$MoO_3$: $M = 143,94$; $d = 4,692$; $t_{nc} = 795°C$;
$t_s = 1155°C$; $k_t = 0,138^{(20)}$, $2,107^{(80)}$.

$MoO_3.H_2O$: $M = 161,95$; $d = 3,112$; $k_t = 0,29^{(25)}$, $0,5^{(80)}$.

$MoO_3.2H_2O$: $M = 179,97$; $d = 3,124$; $k_t = 0,14^{(18)}$.

1. $7\,MoO_3(r) + 7H_2O \rightleftharpoons H_2Mo_7O_{24}^{4-} + 4H_3O^+$ (xảy ra mức độ bé).
2. $8(MoO_3.2H_2O) \rightleftharpoons H_4Mo_8O_{26} + 14H_2O$. (trg $HNO_3$ loãng)
   $H_4Mo_8O_{26} + H_2O \rightleftharpoons H_3Mo_8O_{26}^- + H_3O^+$; $pK_a = 1,84$.
   $H_3Mo_8O_{26}^- + H_2O \rightleftharpoons H_2Mo_8O_{26}^{2-} + H_3O^+$; $pK_a = 5,01$.
3. $MoO_3.2H_2O = MoO_3.H_2O + H_2O$
   (70-115°C, hay trên $H_2SO_4$ đặc, c.không).
   $MoO_3.H_2O = MoO_3 + H_2O$. (150 - 450°C).
4. $MoO_3.2H_2O + HNO_3$ (bốc khói) $= MoO_3\downarrow + HNO_3$(loãng) $+ 2H_2O$.
5. $MoO_3 + 4HCl$ (đặc) $= H_2[MoCl_4O_2] + H_2O$,
   $MoO_3 + H_2SO_4$ (đặc) $+ H_2O = H_4[Mo(SO_4)O_4]$.
6. $2MoO_3 + 12HF$(đặc) $= H_2[MoF_8] + H_2[MoO_2F_4] + 4H_2O$.
7. $MoO_3 + 2NaOH$(đặc) $= Na_2MoO_4 + H_2O$.
8. $MoO_3 + 2MOH = M_2MoO_4 + H_2O$. (500 - 600°C; M = Li, Na, K).



9. $7MoO_3 + 6(NH_3.H_2O)$[loãng] $= (NH_4)_6Mo_7O_{24} + 3H_2O$. (0°C).
   $MoO_3 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= (NH_4)_2MoO_4(dd) + H_2O$. ($t$ thường).
10. $MoO_3 + 3H_2 = Mo + 3H_2O$. (650 - 1000°C).
   $MoO_3 + H_2 = MoO_2 + H_2O$. (450 - 470°C).
11. $MoO_3 + nK(l) \xrightarrow{t} K_nMoO_3$. (đỏ, $n = 0,26$; lam, $n = 0,30$).
   (Bronzơ molipđen)
12. $MoO_3 \xrightarrow{H^0(Zn,HCl\ loãng)} [Mo_4O_{10}(OH)_2 + Mo_2O_4(OH)_2]$, ($dd$ keo)
   xanh molipđen
   $Mo_5O(OH)_8$(đỏ), $MoO(OH)_2$(lục).
13. $2MoO_3 + 16KCN + 7HCl$(đặc)$+ N_2H_5Cl = 2K_4[Mo(CN)_8]$(vàng) +
   $+ N_2\uparrow + 6H_2O + 8KCl$.
   $5K_4[Mo(CN)_8] + 8HCl$(loãng) $+ KMnO_4 = 5K_3[Mo(CN)_8]$(vàng) +
   $+ MnCl_2 + 6KCl + 4H_2O$.
14. $12MoO_3 + H_3PO_4$(đặc) $= H_3[PMo_{12}O_{40}]$(vàng).
   (đ.sôi trg $HNO_3$ loãng).

**775. $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ – AMONI 24OXOHEPTAMOLIPĐAT(VI)**

Amoni paramolipđat. Trắng, không bền nhiệt. Tan rất nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở anion). Bị axit, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Chất oxi hoá yếu: phản ứng với hiđro, hiđro iođua, đihiđrosunfua và những chất khử mạnh khác. Amoni molipđat bền trong dung dịch khi có dư hiđrat amoniac. Điều chế, xem $774^{9}$.

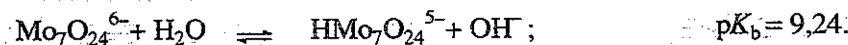
$M = 1163,79$; $d = 2,498$(t.thể); $k_t = 280^{(20)}$; $470^{(80\text{-}90)}$.

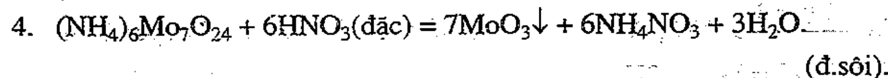
1. $4(NH_4)_6Mo_7O_{24} = 7(NH_4)_2Mo_4O_{13} + 10NH_3 + 5H_2O$. (150–180°C).
   $(NH_4)_6Mo_7O_{24} = 6NH_3 + 7MoO_3 + 3H_2O$. (350–450°C).
2. $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O = (MH_4)_6Mo_7O_{24} + 4H_2O$.
   (90–100°C, c.không).
3. $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (loãng) $= 6NH_4^+ + Mo_7O_{24}^{6-}$. (pH ≈ 7).
   $NH_4^+ + 2H_2O \rightleftharpoons NH_3.H_2O + H_3O^+$; $pK_a = 9,24$.

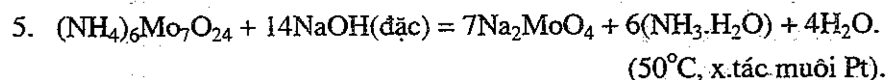


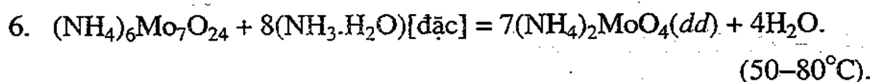


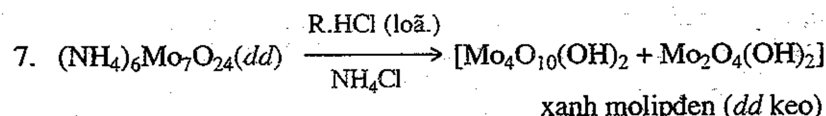
 


$Mo_7O_{24}^{6-} + H_2O \rightleftharpoons HMo_7O_{24}^{5-} + OH^-$; $pK_b = 9,24$.


4. $(NH_4)_6Mo_7O_{24} + 6HNO_3$(đặc) $= 7MoO_3\downarrow + 6NH_4NO_3 + 3H_2O$. (đ.sôi).

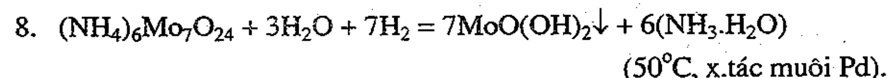

5. $(NH_4)_6Mo_7O_{24} + 14NaOH$(đặc) $= 7Na_2MoO_4 + 6(NH_3.H_2O) + 4H_2O$. (50°C, x.tác muội Pt).

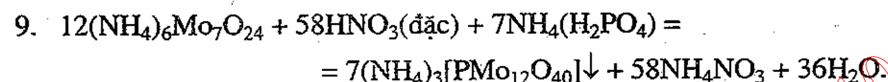

6. $(NH_4)_6Mo_7O_{24} + 8(NH_3.H_2O)$[đặc] $= 7(NH_4)_2MoO_4$(*dd*) $+ 4H_2O$. (50–80°C).


7. $(NH_4)_6Mo_7O_{24}(dd) \xrightarrow[NH_4Cl]{R.HCl\ (loãng)} [Mo_4O_{10}(OH)_2 + Mo_2O_4(OH)_2]$

xanh molipđen (*dd* keo)

(R là những chất khử: $SO_2$, $H_2S$, KI, $N_2H_5Cl$, $SnCl_2$, $H^0$, Mo, sacarozơ).


8. $(NH_4)_6Mo_7O_{24} + 3H_2O + 7H_2 = 7MoO(OH)_2\downarrow + 6(NH_3.H_2O)$ (50°C, x.tác muội Pd).

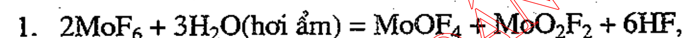

9. $12(NH_4)_6Mo_7O_{24} + 58HNO_3$(đặc) $+ 7NH_4(H_2PO_4) =$

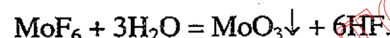
$= 7(NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}]\downarrow + 58NH_4NO_3 + 36H_2O$.

### 776. $MoF_6$ – MOLIPĐEN(VI) FLORUA

Chất rắn màu trắng, chất lỏng không màu. Dễ nóng chảy, dễ sôi. Nhạy cảm với hơi ẩm không khí. Tan nhiều trong HF lỏng. rất có khả năng phản ứng: phản ứng với nước, kiềm, hiđro, silic. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 772[7], 779[4].

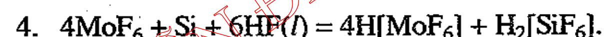
$M = 209,93$; $d = 2,543$; $t_{nc} = 17,58°C$; $t_s = 33,88°C$.


1. $2MoF_6 + 3H_2O$(hơi ẩm) $= MoOF_4 + MoO_2F_2 + 6HF$,


$MoF_6 + 3H_2O = MoO_3\downarrow + 6HF$.


2. $MoF_6 + 8NaOH$(loãng) $= Na_2MoO_4 + 6NaF + 4H_2O$.


3. $2MoF_6 + H_2 = 2MoF_5 + 2HF$. (150 – 200°C, t.chất $MoF_4$ màu lục).


4. $4MoF_6 + Si + 6HF(l) = 4H[MoF_6] + H_2[SiF_6]$.


5. $MoF_6 + 2H_2O + 2KF$(đặc) $= K_2[MoO_2F_4]\downarrow + 4HF$. (0°C).

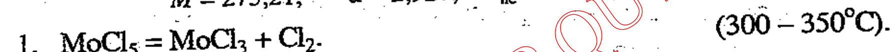

6. $MoF_6 + 3H_2O + 3NH_4F$(đặc) $= (NH_4)_3[MoO_3F_3]\downarrow + 6HF$. (0°C).

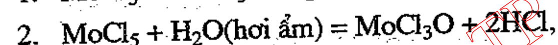


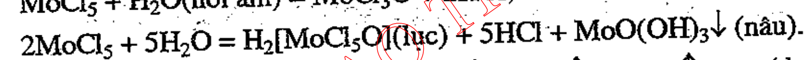
### 777. $MoCl_5$ – MOLIPĐEN(V) CLORUA

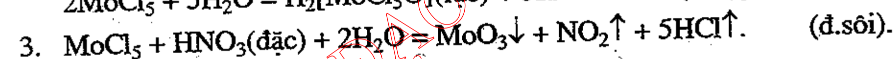
Màu chàm-đen, hết sức ẩm, khi đun nóng thăng hoa và phân huỷ. Nhạy cảm với hơi ẩm không khí. Phản ứng với nước, axit, kiềm. Bị hiđro khử, bị oxi oxi hoá khi đun nóng. Điều chế, xem 772[7].

$M = 273,21$; $d = 2,927$; $t_{nc} = 194°C$; $t_s = 2,68°C$.

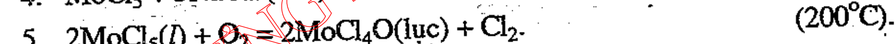

1. $MoCl_5 = MoCl_3 + Cl_2$. (300 – 350°C).


2. $MoCl_5 + H_2O$(hơi ẩm) $= MoCl_3O + 2HCl$,

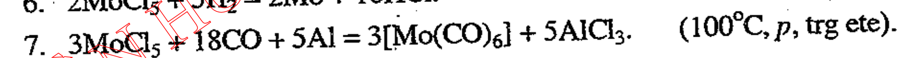

$2MoCl_5 + 5H_2O = H_2[MoCl_5O]$(lục) $+ 5HCl + MoO(OH)_3\downarrow$ (nâu).


3. $MoCl_5 + HNO_3$(đặc) $+ 2H_2O = MoO_3\downarrow + NO_2\uparrow + 5HCl\uparrow$. (đ.sôi).


4. $MoCl_5 + 5NaOH$(loãng) $= MoO(OH)_3\downarrow + 5NaCl + H_2O$.


5. $2MoCl_5(l) + O_2 = 2MoCl_4O$(lục) $+ Cl_2$. (200°C).


6. $2MoCl_5 + 5H_2 = 2Mo + 10HCl$. (900°C).

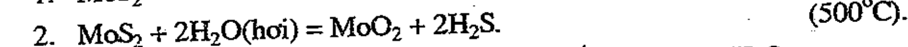

7. $3MoCl_5 + 18CO + 5Al = 3[Mo(CO)_6] + 5AlCl_3$. (100°C, *p*, trg ete).

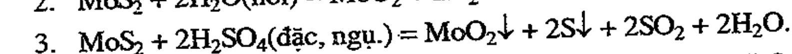
### 778. $MoS_2$ – MOLIPĐEN(IV) SUNFUA

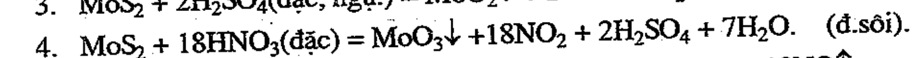
Khoáng vật molipđenit. Tinh thể màu lam-xám hoặc bột màu đen, rất mềm, sờ thấy nhờn (như than chì), bay hơi khi đun nóng, khó nóng chảy. Không tan trong nước. Không phản ứng với axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Phản ứng với axit đặc là chất oxi hoá, cường thuỷ, oxi hoá, hiđro. Điều chế, xem 772[9], 773[7].

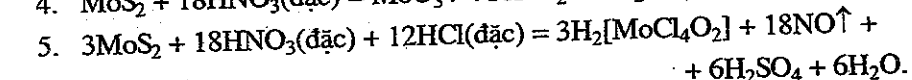
$M = 160,07$; $d = 4,68 \div 5,06$; $t_{nc} \approx 2100°C$.


1. $MoS_2 = Mo + 2S$. (1100°C, c.không).

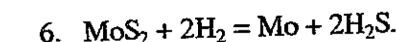

2. $MoS_2 + 2H_2O$(hơi) $= MoO_2 + 2H_2S$. (500°C).

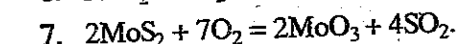

3. $MoS_2 + 2H_2SO_4$(đặc, ngu.) $= MoO_2\downarrow + 2S\downarrow + 2SO_2 + 2H_2O$.

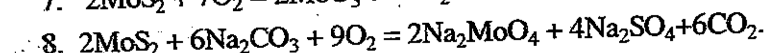

4. $MoS_2 + 18HNO_3$(đặc) $= MoO_3\downarrow + 18NO_2 + 2H_2SO_4 + 7H_2O$. (đ.sôi).

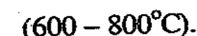

5. $3MoS_2 + 18HNO_3$(đặc) $+ 12HCl$(đặc) $= 3H_2[MoCl_4O_2] + 18NO\uparrow +$

$+ 6H_2SO_4 + 6H_2O$.


6. $MoS_2 + 2H_2 = Mo + 2H_2S$. (800°C).


7. $2MoS_2 + 7O_2 = 2MoO_3 + 4SO_2$. (400 – 600°C).


8. $2MoS_2 + 6Na_2CO_3 + 9O_2 = 2Na_2MoO_4 + 4Na_2SO_4 + 6CO_2$.


(600 – 800°C).

### 779. $[Mo(CO)_6]$ – MOLIPĐEN HEXACACBONYL

Trắng, bay hơi, không bền nhiệt. Trạng thái rắn bền trong không khí, trong dung dịch bị $O_2$ không khí phân huỷ. Chưng cất được cùng với hơi nước. Không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit đặc phân huỷ. Phản ứng với natri, halogen. Điều chế, xem 772[10], 777[7].

$M = 264,00$; $d = 1,96$; $t_{nc} = 148°C$; $t_s = 155°C$ (phân huỷ).

1. $[Mo(CO)_6] = Mo + 6CO$. (trên 155°C).
2. $[Mo(CO)_6] + 18HNO_3$(đặc) $= MoO_3\downarrow + 6CO_2\uparrow + 18NO_2 + 9H_2O$. (đ.sôi).
3. $[Mo(CO)_6] + 3O_2$(k.khí) $= Mo\downarrow + 6CO_2$. (trg rượu etylic).
4. $[Mo(CO)_6] + 9F_2 = MoF_6 + 6COF_2$. (50 – 70°C).

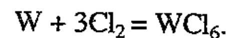
## VONFRAM

### 780. W – VONFRAM

Kim loại xám nhạt, rất cứng, dẻo (sản phẩm kĩ thuật giòn). Khó nóng chảy nhất trong tất cả các kim loại. Bền trong không khí. Ít có khả năng phản ứng: không phản ứng với nước, axit loãng, axit đặc (trừ hỗn hợp của axit axit nitric và axit flohiđric), kiềm, hiđrat amoniac, hiđro, iot. Bị oxi, halogen oxi hoá, phản ứng với lưu huỳnh, cacbon, đihiđro sunfua, cacbon đioxit. Quan trọng trong công nghiệp là hợp kim sắt ferovonfram (65-80% W). Điều chế, xem 781[8], 785[1,3].

$M = 183,85$; $d = 19,35$; $t_{nc} = 3387°C$; $t_s \approx 6000°C$.

1. $W + 2H_2O$(hơi) $= WO_2 + 2H_2$. (trên 600°C).
2. $W + 4HF$(đặc) $+ 2HNO_3$(đặc, ng') $\xrightarrow{\tau} H_2[WO_2F_4] + 2NO\uparrow + 2H_2O$. ($t$ chất $H_2[WF_8]$).
3. $2W + 3O_2 = 2WO_3$. (trên 500°C).
4. $2W + 4NaOH + 3O_2 = 2Na_2WO_4 + 2H_2O$. (500 – 600°C).
   $W + 3NaNO_3 + 2NaOH = Na_2WO_4 + 3NaNO_2 + H_2O$. (400 – 500°C).
5. $W + 3F_2 = WF_6$. (20 – 150°C. Cháy trg flo).



   $W + 3Cl_2 = WCl_6$. (500 – 800°C. trg luồng khí clo).
6. $W + 2E = WE_2$. (800°C, $p$; E = S, Se).
7. $W \xrightarrow{C\ (t,\ chì)} WC, W_2C$. (1430 – 1630°C, trg khí quyển $H_2$).
8. $W + 2H_2S = WS_2 + 2H_2$. (trên 400°C).
9. $W + 2CO_2 = WO_2 + 2CO$. (1200°C).
10. $W + 6CO = [W(CO)_6]$. (200 – 300°C).

### 781. $WO_3$ – VONFRAM(VI) OXIT

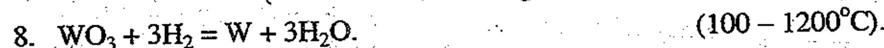
Vàng nhạt, trở nên màu da cam khi đun nóng. Bay hơi khi nung. Tan rất ít trong nước, huyền phù trong nước trở nên xanh chàm khi để dưới ánh sáng. Những hiđrat ít tan kết tủa từ dung dịch là $WO_3.2H_2O$ màu vàng (hoặc không đúng lắm là $H_2WO_4.H_2O$), khi đun sôi trong môi trường axit là $WO_3.H_2O$ màu trắng (hoặc không đúng lắm là $H_2WO_4$, axit vonframic). Thể hiện tính axit: phản ứng chậm với kiềm đặc, hiđrat amoniac, ở nhiệt độ cao phản ứng với oxit kim loại. Tan được trong dung dịch axit halogen hiđric. Trong dung dịch bị hiđro nguyên tử khử, ở nhiệt độ cao bị hiđro, cacbon vonfram khử. dễ bị flo hoá và clo hoá. Tạo nên hợp chất heteropoli. Điều chế, xem 780[3], 782[1,3].

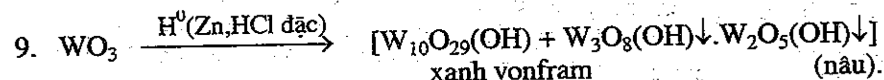
$M = 231,85$; $d = 7,16 \div 7,27$; $t_{nc} = 1473°C$; $t_s \approx 1800°C$; $k_t = 0,002^{(18)}$.

1. $WO_3.2H_2O = WO_3.H_2O + H_2O$. (70 – 100°C).
   $WO_3.H_2O = WO_3 + H_2O$. (180 – 350°C).
2. $6WO_3(r) + 6H_2O \rightleftharpoons H_3W_6O_{21}^{3-} + 3H_3O^+$. (xảy ra mức độ bé).
3. $WO_3.2H_2O = WO_3.H_2O\downarrow + H_2O$. (đ.sôi, trg HCl loã.).
   $WO_3.H_2O + 3HCl$(đặc) $= H[WCl_3O_2] + 2H_2O$.
4. $WO_3 + 2MOH$(đặc) $\xrightarrow{\tau} M_2WO_4 + H_2O$. (đ.sôi, M = Li, Na, K).
5. $WO_3 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $\xrightarrow{\tau} (NH_4)_2WO_4(dd) + H_2O$. (60 – 70°C).
   $12(NH_4)_2WO_4 + 14HCl$(rất loã.) $= (NH_4)_{10}H_2W_{12}O_{42} + 14NH_4Cl + 6H_2O$.
6. $WO_3 + 4HF$(đặc) $= H_2[WO_2F_4] + H_2O$.


7. $WO_3 + MO = MWO_4$.

(600 – 800°C; M = Mg, Ca, Pb, Mn, Fe, Cu, Zn, Cd).


8. $WO_3 + 3H_2 = W + 3H_2O$. (100 – 1200°C).

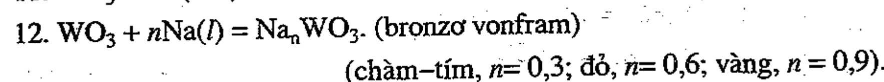

9. $WO_3 \xrightarrow{H^0(Zn, HCl\ đặc)} [W_{10}O_{29}(OH) + W_3O_8(OH)\downarrow.W_2O_5(OH)\downarrow]$

xanh vonfram (nâu).

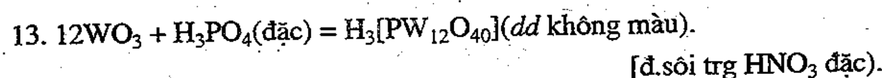

10. $2WO_3 + 6F_2 = 2WF_6 + 3O_2$. (300 – 450°C).


$WO_3 + 3CCl_4 = WCl_6 + 3CCl_2O$. (450°C, *p*).


11. $WO_3 + 4C$(cốc) = $WC + 3CO$. (900 – 1000°C, trg khí quyển $CH_4$).


12. $WO_3 + nNa(l) = Na_nWO_3$. (bronzơ vonfram)

(chàm–tím, *n* = 0,3; đỏ, *n* = 0,6; vàng, *n* = 0,9).

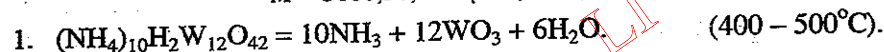

13. $12WO_3 + H_3PO_4$(đặc) = $H_3[PW_{12}O_{40}]$(*dd* không màu).

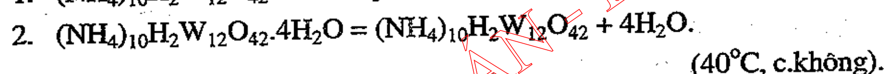
[đ.sôi trg $HNO_3$ đặc).

### 782. $(NH_4)_{10}H_2W_{12}O_{42}$ – ĐECAAMONIĐIHIĐRO 42OXOĐOĐECA-VONFRAMAT

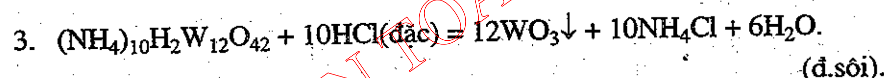
Amoni paravonframat. Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan ít trong nước, axit clohiđric loãng. Bị axit đặc, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Amoni vonframat $(NH_4)_2WO_4$ chỉ bền trong dung dịch amoniac. Điều chế, xem 781[5].

$M = 3060{,}56$; $k_t = 1{,}08^{(17)}; 8{,}6^{(70)}$.

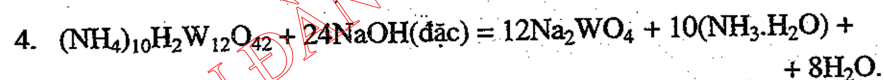

1. $(NH_4)_{10}H_2W_{12}O_{42} = 10NH_3 + 12WO_3 + 6H_2O$. (400 – 500°C).


2. $(NH_4)_{10}H_2W_{12}O_{42}.4H_2O = (NH_4)_{10}H_2W_{12}O_{42} + 4H_2O$.

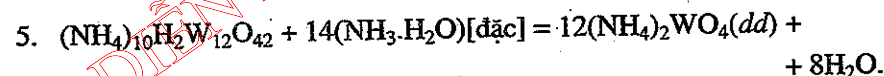
(40°C, c.không).


3. $(NH_4)_{10}H_2W_{12}O_{42} + 10HCl$(đặc) = $12WO_3\downarrow + 10NH_4Cl + 6H_2O$.

(đ.sôi).


4. $(NH_4)_{10}H_2W_{12}O_{42} + 24NaOH$(đặc) = $12Na_2WO_4 + 10(NH_3.H_2O) +$

$+ 8H_2O$.


5. $(NH_4)_{10}H_2W_{12}O_{42} + 14(NH_3.H_2O)$[đặc] = $12(NH_4)_2WO_4(dd) +$

$+ 8H_2O$.

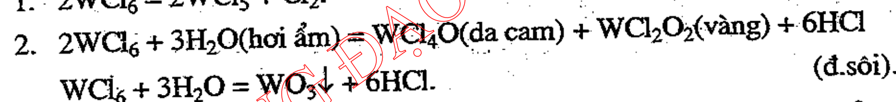


### 783. $WCl_6$ – VONFRAM (VI) CLORUA

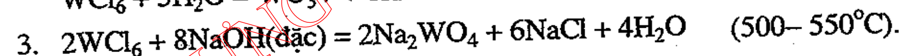
Tím - đen, rất hút ẩm. Khi đun nóng, nóng chảy, sôi và phân huỷ. Nhạy cảm với hơi ẩm của không khí (bốc khói). Không bền dưới ánh sáng. Có khả năng phản ứng: bị thuỷ phân (chậm khi nguội, nhanh khi đun sôi), phản ứng với kiềm. Bị hiđro, kim loại điển hình khử. Điều chế, xem 780[5], 781[10].

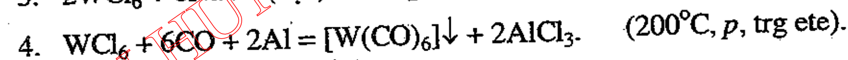
$M = 396{,}57$; $d = 3{,}52$; $t_{nc} = 275°C$; $t_s = 374°C$.


1. $2WCl_6 = 2WCl_5 + Cl_2$. (trên 350°C).


2. $2WCl_6 + 3H_2O$(hơi ẩm) = $WCl_4O$(da cam) + $WCl_2O_2$(vàng) + $6HCl$

$WCl_6 + 3H_2O = WO_3\downarrow + 6HCl$. (đ.sôi).

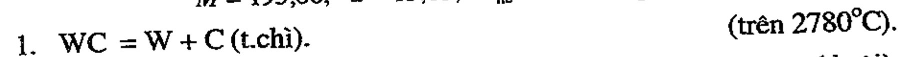

3. $2WCl_6 + 8NaOH$(đặc) = $2Na_2WO_4 + 6NaCl + 4H_2O$ (500– 550°C).

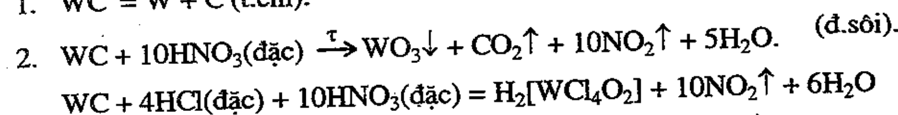

4. $WCl_6 + 6CO + 2Al = [W(CO)_6]\downarrow + 2AlCl_3$. (200°C, *p*, trg ete).

### 784. WC – VONFRAM CACBUA

Chàm-xám, rất cứng (gần bằng kim cương), nặng, bền nhiệt. Thụ động hoá học: bền trong không khí, không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm hiđrat amoniac. Bị axit nitric đặc, cường thuỷ phân huỷ. Phản ứng với oxi, clo. Quan trọng trong công nghiệp là hợp kim với coban pobeđit (~90% WC). Điều chế, xem 780[7], 781[11], 785[1].

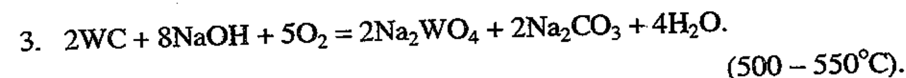
$M = 195{,}86$; $d = 15{,}63$; $t_{nc} = 2780°C$ (phân huỷ).


1. $WC = W + C$ (t.chì). (trên 2780°C).


2. $WC + 10HNO_3$(đặc) $\xrightarrow{\tau} WO_3\downarrow + CO_2\uparrow + 10NO_2\uparrow + 5H_2O$. (đ.sôi).

$WC + 4HCl$(đặc) + $10HNO_3$(đặc) = $H_2[WCl_4O_2] + 10NO_2\uparrow + 6H_2O$

$+ CO_2\uparrow$. (đ.sôi).


3. $2WC + 8NaOH + 5O_2 = 2Na_2WO_4 + 2Na_2CO_3 + 4H_2O$.

(500 – 550°C).


4. $WC + 2O_2 = WO_3 + CO$. (800 – 1200°C).


5. $WC + 3Cl_2 = WCl_6 + C$(t.chì). (đến 400°C).

### 785. $W(CO)_6$ – VONFRAM HEXACACBONYL

Trắng, dễ nóng chảy, bay hơi trong chân không, phân huỷ khi đun nóng. Dạng khô bền trong không khí. Không phản ứng với nước, axit loãng,

kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit nitric đặc phân huỷ, phản ứng với oxi. Điều chế, xem 780[10], 783[4].

$M = 351,91$; $d = 2,65$; $t_{nc} = 169^0C$; $t_s = 175^oC$.

1. $[W(CO)_6] = W + 6CO$. (trên 375°C),
   $[W(CO)_6] = WC + 4CO + CO_2$. (≈ 1030°C).
2. $[W(CO)_6] + 18HNO_3$(đặc) $= WO_3\downarrow + 6CO_2\uparrow + 18NO_2\uparrow + 9H_2O\uparrow$ (đ.sôi).
3. $[W(CO)_6] + 3O_2$(k.khí) $= W\downarrow + 6CO_2\uparrow$. (đ.sôi trg rượu etylic).
4. $2[W(CO)_6] + 28NaOH + 9O_2 = 2Na_2WO_4 + 12Na_2CO_3 + 14H_2O$.



# Chương 7 CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM VIIB

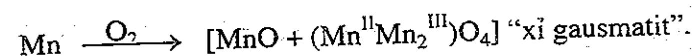
## MANGAN

### 786. Mn – MANGAN

Kim loại trắng bạc hay xám nhạt, cứng và giòn hơn sắt. Bột rất mịn tự cháy. Bị thụ động hoá trong nước nguội. Phản ứng với hơi nước, axit, halogen, oxi, lưu huỳnh. Hấp thụ hiđro nhưng không phản ứng với nó. Quan trọng trong công nghiệp là hợp kim với sắt feromangan (≥ 70% Mn). Điều chế, xem 788[11], 789[13], 793[13], 801[1].

$M = 54,938$; $d = 7,44$; $t_{nc} = 1245^oC$; $t_s = 2080^oC$.

1. Mn(bột) + $2H_2O$(hơi) $= Mn(OH)_2 + H_2$. (150°C).
2. Mn(bột) + 2HCl(loã.) $= MnCl_2 + H_2$,
   Mn(bột) + $H_2SO_4$(loã.) $= MnSO_4 + H_2\uparrow$.
3. $Mn + 2H_2SO_4$(đặc) $= MnSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$. (70 – 80°C).
   $3Mn + 8HNO_3$(loã, ng') $= 3Mn(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$.
4. Mn(bột) + $2H_2O + 2NH_4Cl$(đặc) $= MnCl_2 + 2(NH_3.H_2O) + H_2\uparrow$.
5. Mn(bột) + $O_2 = MnO_2$. (đến 450°C).
   $4Mn + 3O_2 = 2Mn_2O_3$. (đến 800°C).



$Mn \xrightarrow{O_2} [MnO + (Mn^{II}Mn_2^{III})O_4]$ "xỉ gausmatit". (trên 800°C).

6. $3Mn + 4F_2 = MnF_2 + 2MnF_3$. (trên 100°C).
   $Mn + 2F_2 = MnF_4$(lam). [600°C, làm lạnh đến - 60°C].
7. $Mn + E_2 = MnE_2$. (200°C; E = Cl, Br, I).
8. $Mn + S = MnS$. (đến 1580°C).

### 787. MnO – MANGAN(II) OXIT

Xám - lục, bền nhiệt. Có vùng đồng thể $MnO_{1+x}$ ($0 \le x \le 0,13$); khoáng vật macganozit). Thực tế không phản ứng với nước, kiềm. Tan nhiều trong KCl nóng chảy. Thể hiện tính bazơ; phản ứng với axit, silic đioxit. Bị oxi oxi hoá, khi đun nóng bị hiđro và nhôm khử. Điều chế, xem 788[9,10], 789[12], 791[1].

$M = 70,94$; $d = 5,18$; $t_{nc} = 1780^oC$.

1. $MnO(r) + 7H_2O \rightleftharpoons [Mn(H_2O)_6]^{2+} + 2OH^-$;  $pT_t^{25} = 9,82$.
2. $MnO + 2HCl$ (loã.) $= MnCl_2 + H_2O$
3. $2MnO + O_2 \xrightarrow{\tau} 2MnO_2$. (300-500°C).
4. $MnO + SiO_2 = MnSiO_3$(hồng). [1100°C].
   $2MnO + SiO_2 = Mn_2SiO_4$(đỏ). [1100-1200°C].
5. $MnO + H_2 = Mn + H_2O$. (1400°C).
   $3MnO + 2Al = 3Mn + Al_2O_3$. (800°C).

## 788. $Mn_2O_3$ – MANGAN(III) OXIT

Khoáng vật bisbeit. Nâu, bền nhiệt, phân huỷ khi đun nóng rất mạnh. Trong những điều kiện xác định có thể chứa những tạp chất $Mn^{II}$ và $Mn^{IV}$. Không phản ứng với nước. Phản ứng với axit, bị oxi hoá, khi đun nóng bị hiđro, cacbon monooxit và nhôm khử. Điều chế, xem, 786[5], 789[1,17], 792[1].

$M = 157,87$; $d = 4,90$.

1. $6Mn_2O_3 = 4(Mn^{II}Mn^{III}{}_2) + O_2$. (940-1090°C).
2. $Mn_2O_3 . nH_2O = 2MnO(OH) + (n-1)H_2O$. (100°C).
3. $Mn_2O_3 (r) + 3H_2O \rightleftharpoons 2Mn^{III} + 6OH^-$ ; $pT_t^{25} = 83,92$.
4. $Mn_2O_3 + 6HCl$ (đặc, ng') $= 2MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 3H_2O$.
5. $Mn_2O_3 + 3H_2SO_4$ (50%, ngu.) $= Mn_2(SO_4)_3 + 3H_2O$.
6. $Mn_2O_3 + 2HNO_3$ (loã.) $= Mn(NO_3)_2 + MnO_2\downarrow + H_2O$. (đ.sôi).
7. $2Mn_2O_3 + O_2 \xrightarrow{\tau} 4MnO_2$. (300°C).
8. $2(Mn_2O_3.nH_2O) + 2nH_2O + O_2 \xrightarrow{\tau} 4(MnO_2 . nH_2O)\downarrow$.
9. $3Mn_2O_3 + H_2 = 2(Mn^{II}Mn^{III}{}_2)O_4 + H_2O$. (đến 230°C).
   $Mn_2O_3 + H_2 = 2MnO + H_2O$. (300-800°C).
10. $Mn_2O_3 + CO = 2MnO + CO_2$. (600-800°C).
11. $Mn_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Mn$. (800°C).



## 789. $MnO_2$ – MANGAN(IV) OXIT

Đen với sắc nâu, phân huỷ khi đun nóng. Hợp chất không hợp thức $MnO_{2-x}$ (thiếu oxi). Không phản ứng với nước. Kết tủa hiđrat $MnO_2.nH_2O$ từ dung dịch. Tan trong axit đặc. Thể hiện tính oxi hoá-khử. Là hợp chất phổ biến nhất của mangan trong thiên nhiên (khoáng vật pirolusit). Điều chế, xem 786[5], 787[3], 788[7], 798[19], 799[6,9], 800[5].

$M = 86,94$;  $d = 5,026$.

1. $4MnO_2 = 2Mn_2O_3 + O_2$. (530 – 585°C).
2. $MnO_2.nH_2O = MnO_2 + nH_2O$. (200 – 250°C).
3. $MnO_2(r) + 2H_2O \rightleftharpoons Mn^{IV} + 4OH^-$ ; $pT_t^{18} = 56,0$.
4. $MnO_2 + 4HCl$(đặc) $= MnCl_4 + 2H_2O$. (0°C, t.chất $MnCl_3$).
   $MnCl_4(dd) = MnCl_2 + Cl_2\uparrow$. ($t$ thường).
5. $2MnO_2 + 8HCl = 2MnCl_3 + Cl_2\uparrow + 4H_2O$. (–63°C, trg rượu etylic).
   $2MnCl_3 = 2MnCl_2 + Cl_2\uparrow$. (trên–40°C, trg rượu etylic).
6. $4MnO_2 + 6H_2SO_4$(đặc) $= 2Mn_2(SO_4)_3 + O_2\uparrow + 6H_2O$. (đến 110°C).
   $2MnO_2 + 2H_2SO_4$(đặc) $\xrightarrow{\tau} 2MnSO_4 + O_2\uparrow + 2H_2O$. (đ.sôi).
7. $2MnO_2 + 3NaOH$(đặc) $\rightleftharpoons MnO(OH)\downarrow + Na_3MnO_4 + H_2O$. (0°C)
8. $4MnO_2 + 12NaOH + O_2 = 4Na_3MnO_4 + 6H_2O$. (800°C).
9. $MnO_2 + KNO_3 + 2KOH = K_2MnO_4 + KNO_2 + H_2O$. (350 – 400°C).
   $3MnO_2 + KClO_3 + 3K_2CO_3 = 3K_2MnO_4 + KCl + 3CO_2$. (400°C).
10. $MnO_2 + 4CaO = (Ca_4Mn)O_6$. (800°C, trg khí quyển $O_2$).
11. $MnO_2 + 2SO_2(dd) = MnS_2O_6$. (đến 10°C, t.chất $MnSO_4$),
    $MnO_2 + SO_2 = MnSO_4$. (450°C).
12. $MnO_2 + H_2 = MnO + H_2O$. (170 – 180°C).
13. $MnO_2 + C$(cốc) $= Mn + CO_2$. (600 – 700°C).
    $MnO_2 + CO = MnO + CO_2$. ($t$ thường, x.tác CuO).
14. $MnO_2 + H_2SO_4$(loã.) $+ H_2O_2 = MnSO_4 + O_2\uparrow + 2H_2O$
    (phản ứng chính được xúc tác: $2H_2O_2 = H_2O + O_2\uparrow$).

15. $MnO_2 + H_2SO_4$(loã., ng') + $KNO_2 = MnSO_4 + KNO_3 + H_2O$.

16. $MnO_2 + 2H_2SO_4$(loã.) + $2FeSO_4 = MnSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$.

17. $6MnO_2 + 2NH_3 = 3Mn_2O_3 + N_2 + 3H_2O$. (500 – 600°C).

## 790. $Mn_2O_7$ – MANGAN(VII) OXIT

Anhiđrit pemanganic. Chất lỏng giống dầu, màu thẫm (lục trong ánh sáng phản chiếu, đỏ trong ánh sáng truyền qua), chất rắn màu đen. Rất hút ẩm, bay hơi trong chân không. Hết sức không bền với nhiệt (ở điều kiện thường phân huỷ nổ ngay khi trộn hoặc để trong chân không). Trạng thái rắn bền ở nhiệt độ thấp và trong khí quyển agon. Trộn lẫn và phản ứng với axit sunfuric đặc (dung dịch có màu lục thẫm). Thể hiện tính axit: phản ứng với nước và kiềm. Chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem $798^4$.

$$M = 221{,}87;\ d = 2{,}396^{(20)};\ t_{nc} = 5{,}9^\circ C.$$

1. $Mn_2O_7 = Mn_2O_3 + 2O_2$. (trên 55°C).

   $2Mn_2O_7 \xrightarrow{\tau} 4MnO_2 + 3O_2$. (0°C, k.khí ẩm, t.chất $O_3$, $HMnO_4$).

2. $Mn_2O_7.2H_2O\downarrow \rightleftharpoons Mn_2O_7$(b.hoà) $+ 2H_2O$.

   (đến –4°C, trg $H_2SO_4$ đặc).

3. $Mn_2O_7 + H_2O$ (ngụ.) $= 2HMnO_4$ (*dd*).

4. $Mn_2O_7 + 2NaOH$ (loã., ngụ.) $= 2NaMnO_4 + H_2O$.

5. $Mn_2O_7 + 2H_2SO_4(98\%) = 2(MnO_3^+)HSO_4 + H_2O$. (0-10°C).

   $Mn_2O_7 + 3H_2SO_4(98\%) = Mn_2(SO_4)_3 + 2O_2\uparrow + 3H_2O$. (70-75°C).

6. $Mn_2O_7 + 3CCl_4 = 2MnO_2 + 3CCl_2O + 3Cl_2\uparrow$. (10°C, t.chất $CO_2$).

## 791. $Mn(OH)_2$ – MANGAN(II) HIĐROXIT

Trắng, đôi khi với sắc hồng (khoáng vật pirocroit), phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước. Kết tuả để dưới dung dịch bị sẫm nhanh chóng vì bị oxi tan oxi hoá. Ở điều kiện thường thể hiện tính bazơ: phản ứng với axit, amoni clorua trong dung dịch. Phản ứng với kiềm trong những điều kiện nghiêm ngặt, tan được một phần trong hiđrat amoniac. Thể hiện tính khử. Điều chế, xem $786^1$, $793^{4,5}$, $799^5$.

$$M = 88{,}95;\ d = 3{,}258;\ pT_t^{25} = 12{,}80.$$



1. $Mn(OH)_2 = MnO + H_2O$. (220-800°C, trg khí quyển $N_2$).

2. $Mn(OH)_2 + 2HCl$ (loã.) $= MnCl_2 + 2H_2O$.

3. $Mn(OH)_2 + 2NaOH$ (50%) $= Na_2[Mn(OH)_4]\downarrow$.

   (đ.sôi, trg khí quyển $N_2$).

   $Mn(OH)_2 + 2NaOH$ (*r*) $\xrightarrow{\tau} Na_2[Mn(OH)_4]$.

   (130°C,trg khí quyển $N_2$)

4. $Mn(OH)_2(r) + 6(NH_3.H_2O)$ [đặc] $\rightleftharpoons [Mn(NH_3)_6](OH)_2 + 6H_2O$.

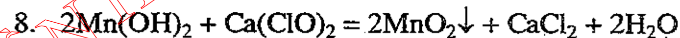
5. $Mn(OH)_2 + 2NH_4Cl$ (đặc, ng') $= MnCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$.

6. $2Mn(OH)_2 + O_2 = 2MnO_2 + 2H_2O$. (300°C).

   $4Mn(OH)_2$ (h.phủ) $+ O_2$ (k.khí) $= 4MnO(OH)\downarrow + 2H_2O$

7. $Mn(OH)_2 + H_2O_2$ (đặc) $= MnO_2\downarrow + 2H_2O$.

   (phản ứng phụ giải phóng $O_2$).



8. $2Mn(OH)_2 + Ca(ClO)_2 = 2MnO_2\downarrow + CaCl_2 + 2H_2O$



9. $Mn(OH)_2 + Br_2$ (*dd*) $= MnO_2\downarrow + 2HBr$.

## 792. MnO(OH) – MANGAN METAHIĐROXIT

Khoáng vật manganit. Nâu (gần như đen), phân huỷ đun nóng vừa phải. Không tan trong nước. Hiđrat $Mn_2O_3.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch, khi sấy khô biến thành MnO(OH). Bị axit đặc phân huỷ. Bị oxi oxi hoá (chậm ở nhiệt độ thường, nhanh khi đun nóng). Bị hiđro khử. Điều chế, xem $789^7$, $793^6$, $794^{3,6}$, $799^9$.

$$M = 87{,}94;\ d = 4{,}14.$$

1. $2MnO(OH) = Mn_2O_3 + H_2O$. (250°C, c.không).

2. $MnO(OH)(r) + H_2O \rightleftharpoons Mn^{III} + 3OH^-$; $pT_t^{18} = 36.0$.

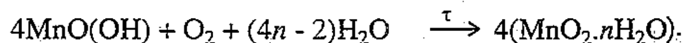
3. $2MnO(OH) + 6HCl$(đặc, ng') $= 2MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 4H_2O$.

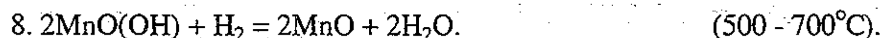
4. $2MnO(OH) + 3H_2SO_4$(50%, ngụ.) $= Mn_2(SO_4)_3 + 4H_2O$.

5. $2MnO(OH) + 2HNO_3$(loã.) $= Mn(NO_3)_2 + MnO_2\downarrow + 2H_2O$. (đ.sôi).

6. $MnO(OH) + 2H_2O + 3NaOH(50\%) = Na_3[Mn(OH)_6]\downarrow$. (180°C, *p*).

7. $4MnO(OH) + O_2 = MnO_2 + 2H_2O$. (300°C).

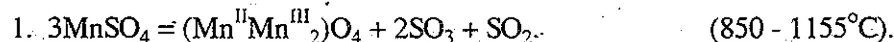

$4MnO(OH) + O_2 + (4n - 2)H_2O \xrightarrow{\tau} 4(MnO_2.nH_2O)$.

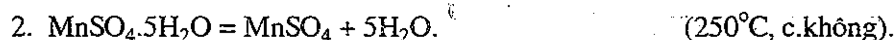

8. $2MnO(OH) + H_2 = 2MnO + 2H_2O$. (500 - 700°C).

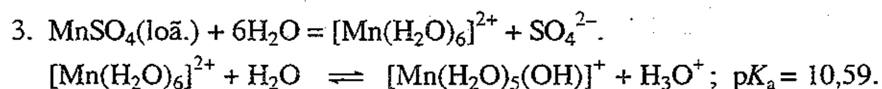
### 793. $MnSO_4$ – MANGAN(II) SUNFAT

Trắng (tinh thể hiđrat màu hồng-đỏ), nóng chảy và phân huỷ khi nung. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Bị kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Chất khử yếu, phản ứng với chất oxi hoá điển hình. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 786[2,3], 789[11], 800[4].

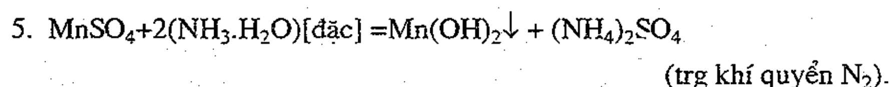
$M = 151{,}00$; $d = 3{,}25$; $t_{nc} = 700°C$; $k_t = 62{,}9^{(20)}$; $45{,}6^{(80)}$.

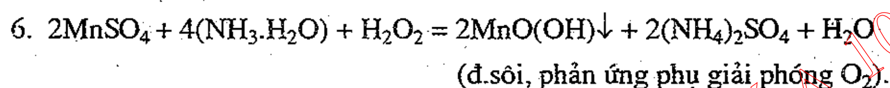

1. $3MnSO_4 = (Mn^{II}Mn^{III}{}_2)O_4 + 2SO_3 + SO_2$. (850 - 1155°C).

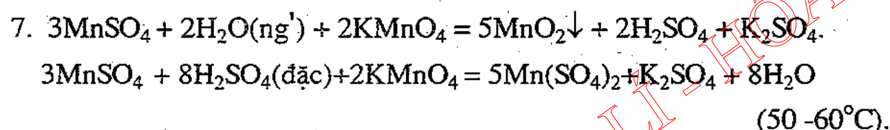

2. $MnSO_4.5H_2O = MnSO_4 + 5H_2O$. (250°C, c.không).

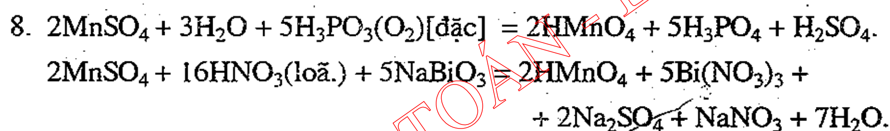

3. $MnSO_4$(loã.) + $6H_2O = [Mn(H_2O)_6]^{2+} + SO_4^{2-}$.
$[Mn(H_2O)_6]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [Mn(H_2O)_5(OH)]^+ + H_3O^+$; $pK_a = 10{,}59$.

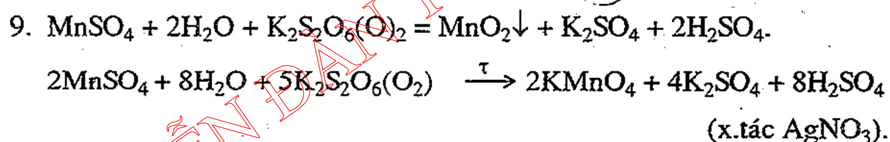

4. $MnSO_4 + 2NaOH$(loã.) $= Mn(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$. (trg khí quyển $N_2$).

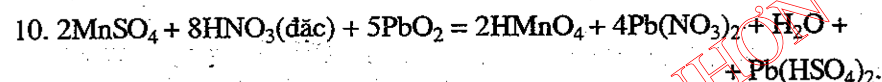

5. $MnSO_4 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= Mn(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$
(trg khí quyển $N_2$).

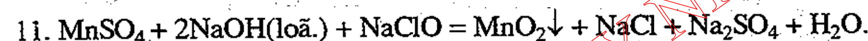

6. $2MnSO_4 + 4(NH_3.H_2O) + H_2O_2 = 2MnO(OH)\downarrow + 2(NH_4)_2SO_4 + H_2O$
(đ.sôi, phản ứng phụ giải phóng $O_2$).

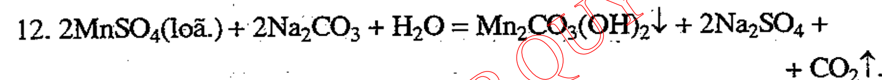

7. $3MnSO_4 + 2H_2O$(ng') $+ 2KMnO_4 = 5MnO_2\downarrow + 2H_2SO_4 + K_2SO_4$.
$3MnSO_4 + 8H_2SO_4$(đặc)$+2KMnO_4 = 5Mn(SO_4)_2 + K_2SO_4 + 8H_2O$
(50 -60°C).

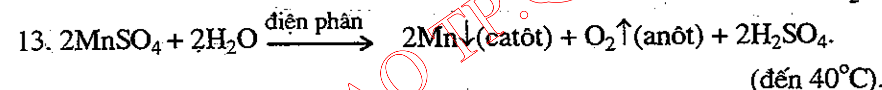

8. $2MnSO_4 + 3H_2O + 5H_3PO_3(O_2)$[đặc] $= 2HMnO_4 + 5H_3PO_4 + H_2SO_4$.
$2MnSO_4 + 16HNO_3$(loã.) $+ 5NaBiO_3 = 2HMnO_4 + 5Bi(NO_3)_3 +$
$+ 2Na_2SO_4 + NaNO_3 + 7H_2O$.


9. $MnSO_4 + 2H_2O + K_2S_2O_6(O_2) = MnO_2\downarrow + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$.
$2MnSO_4 + 8H_2O + 5K_2S_2O_6(O_2) \xrightarrow{\tau} 2KMnO_4 + 4K_2SO_4 + 8H_2SO_4$
(x.tác $AgNO_3$).


10. $2MnSO_4 + 8HNO_3$(đặc) $+ 5PbO_2 = 2HMnO_4 + 4Pb(NO_3)_2 + H_2O +$
$+ Pb(HSO_4)_2$.


11. $MnSO_4 + 2NaOH$(loã.) $+ NaClO = MnO_2\downarrow + NaCl + Na_2SO_4 + H_2O$.


12. $2MnSO_4$(loã.) $+ 2Na_2CO_3 + H_2O = Mn_2CO_3(OH)_2\downarrow + 2Na_2SO_4 +$
$+ CO_2\uparrow$.

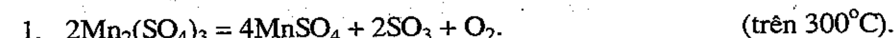

13. $2MnSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Mn\downarrow$(catôt) $+ O_2\uparrow$(anôt) $+ 2H_2SO_4$.
(đến 40°C).

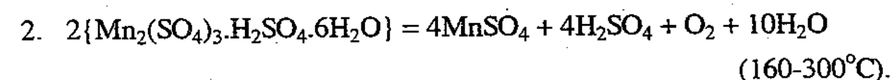

$2MnSO_4 + H_2SO_4(40\%) \xrightarrow{\text{điện phân}} H_2\uparrow$(catôt) $+ Mn_2(SO_4)_3$(anôt).

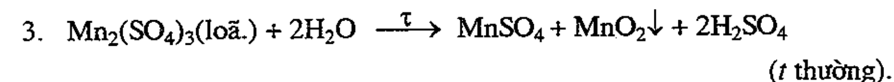
### 794. $Mn_2(SO_4)_3$ – MANGAN(III) SUNFAT

Lục thẫm, không bền nhiệt. Tan nhiều trong axit sunfuric đặc, hiđrat màu đỏ-nâu $Mn_2(SO_4)_3.H_2SO_4.6H_2O$ kết tinh từ dung dịch lạnh có cấu tạo $(H_3O^+)[Mn(SO_4)_2].2H_2O$. Bị nước, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Chất oxi hoá mạnh với axit clohiđric đặc. Điều chế, xem 788[5], 789[6], 792[4], 793[13], 798[4].

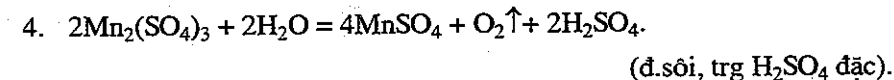
$M = 398{,}06$; $d = 3{,}24$.

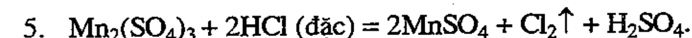

1. $2Mn_2(SO_4)_3 = 4MnSO_4 + 2SO_3 + O_2$. (trên 300°C).

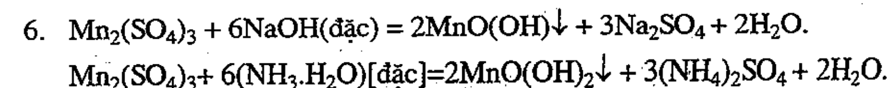

2. $2\{Mn_2(SO_4)_3.H_2SO_4.6H_2O\} = 4MnSO_4 + 4H_2SO_4 + O_2 + 10H_2O$
(160-300°C).


3. $Mn_2(SO_4)_3$(loã.) $+ 2H_2O \xrightarrow{\tau} MnSO_4 + MnO_2\downarrow + 2H_2SO_4$
($t$ thường).


$Mn_2(SO_4)_3$ (loã.) $+ 4H_2O = 2MnO(OH)\downarrow + 3H_2SO_4$. (đ.sôi).


4. $2Mn_2(SO_4)_3 + 2H_2O = 4MnSO_4 + O_2\uparrow + 2H_2SO_4$.
(đ.sôi, trg $H_2SO_4$ đặc).


5. $Mn_2(SO_4)_3 + 2HCl$ (đặc) $= 2MnSO_4 + Cl_2\uparrow + H_2SO_4$.


6. $Mn_2(SO_4)_3 + 6NaOH$(đặc) $= 2MnO(OH)\downarrow + 3Na_2SO_4 + 2H_2O$.
$Mn_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc]$=2MnO(OH)_2\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4 + 2H_2O$.

### 795. $Na_3MnO_4$ – NATRI TETRAOXOMANGANAT(V).

Lục thẫm, nhạy cảm với hơi ẩm và $CO_2$ trong không khí, bền nhiệt. Không tan trong kiềm đặc. Tinh thể hiđrat màu lam tươi có công thức

$Na_3MnO_4.12H_2O$ luôn luôn chứa kiềm hấp phụ. Chỉ bền trong dung dịch ở nhiệt độ thấp, phân huỷ trong nước nóng. Bị clo oxi hoá, bị hiđro clorua khử. Điều chế, xem 789[8].

$M = 187{,}90$; $d = 2{,}61$; $t_{nc} = 1250°C$; $k_t = 0{,}059^{(0)}$ (trg NaOH 28%).

1. $Na_3MnO_4.12H_2O\downarrow \rightleftharpoons Na_3MnO_4$ (b.hoà) + $12H_2O$
   (0°C trg NaOH đặc).
2. $2Na_3MnO_4 + 2H_2O$ (ng') = $Na_2MnO_4 + MnO_2\downarrow + 4NaOH$.
3. $2Na_3MnO_4 + 16HCl$ (đặc) = $2MnCl_2 + 3Cl_2\uparrow + 8H_2O + 6NaCl$.
4. $3Na_3MnO_4$ (h.phù) + $4CO_2$ = $NaMnO_4 + 2MnO_2\downarrow + 4Na_2CO_3$.
5. $Na_3MnO_4$ (h.phù) + $Cl_2$ = $NaMnO_4 + 2NaCl$.
6. $Na_3MnO_4 + NaMnO_4 = 2Na_2MnO_4$. (*t* thường, trg NaOH đặc)

## 796. $K_2MnO_4$ – KALI MANGANAT

Lục thẫm, phân huỷ khi đun nóng. bền trong dung dịch kiềm mạnh. không tạo nên tinh thể hiđrat. Thể hiện tính oxi hoá - khử, bị nước phân huỷ (nhanh trong môi trường axit). Bị clo, kali peoxiđisunfat oxi hoá Điều chế, xem 789[9], 798[5,11,13,15]

$M = 197{,}13$; $d = 2{,}80$; $t_{nc} = 600°C(p)$;

$k_t = 22{,}47^{(20)}$(trg KOH 10%); $0{,}315^{(20)}$ (trg KOH 40%).

1. $3K_2MnO_4 = 2K_3MnO_4 + MnO_2 + O_2$. (190-500°C)
2. $3K_2MnO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\tau} 2KMnO_4 + MnO_2\downarrow + 4KOH$.
3. $3K_2MnO_4 + 4HCl$ (loã.) = $2KMnO_4 + MnO_2\downarrow + 4KCl + 2H_2O$.
   $K_2MnO_4 + 8HCl$ (đặc) = $MnCl_2 + 2Cl_2\uparrow + 2KCl + 4H_2O$.
4. $3K_2MnO_4 + 2CO_2 = 2KMnO_4 + MnO_2\downarrow + 2K_2CO_3$.
5. $2K_2MnO_4$ (*dd*) + $Cl_2 = 2KMnO_4 + 2KCl$,
   $2K_2MnO_4 + K_2S_2O_6(O_2) = 2KMnO_4 + 2K_2SO_4$. (x.tác $AgNO_3$)
6. $K_2MnO_4 + C_2H_5OH \xrightarrow{\tau} MnO_2\downarrow + CH_3C(H)O + 2KOH$.
7. $2K_2MnO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} H_2\uparrow$(catôt) + $2KMnO_4$(anôt) + 2KOH.



## 797. $HMnO_4$ – AXIT PEMANGANIC

Không tách được ở dạng tự do. Tồn tại trong dung dịch nước màu tím (nồng độ cực đại 20% khối lượng), là axit mạnh. Tinh thể hiđrat $HMnO_4.2H_2O$ kết tinh khi lạnh có cấu tạo ion $(H_5O_2^+)MnO_4^-$. Trung hoà kiềm, hiđrat amoniac loãng. Bị nước nóng phân huỷ, phản ứng với axit clohiđric đặc. Chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem 790[3], 793[8].

$M = 119{,}94$.

1. $4HMnO_4$ (20%) $\xrightarrow{\tau} 4MnO_2\downarrow + 3O_2\uparrow + 2H_2O$. (*t* thường).
2. $HMnO_4$ (loã.) + $H_2O = H_3O^+ + MnO_4^-$ .
3. $2HMnO_4 + 14HCl$ (đặc) = $2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 8H_2O$.
4. $HMnO_4 + NaOH$ (loã.) = $NaMnO_4 + H_2O$. (lạnh).
5. $HMnO_4 + NH_3.H_2O$ (loã.) = $NH_4MnO_4 + H_2O$. (lạnh).
   $2HMnO_4 + 2(NH_3.H_2O)$ [đặc] = $2MnO_2\downarrow + N_2\uparrow + 6H_2O$.
   (*t* thường).

## 798. $KMnO_4$ – KALI PEMANGANAT

Tím-đỏ (gần như đen), phân huỷ khi đun nóng. Tan vừa phải trong nước (dung dịch có màu tím đậm), không bị thuỷ phân. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Phân huỷ trong dung dịch (chậm). Bị axit đặc, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ khi đun nóng. Chất oxi hoá mạnh trong dung dịch và khi thiêu kết: bị khử trong môi trường axit mạnh thường đến $Mn^{II}$, trong môi trường trung tính đến $Mn^{IV}$ trong môi trường kiềm mạnh đến $Mn^{VI}$. Phản ứng với chất khử điển hình, rượu etylic, hiđro. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 793[9], 796[2-5,7].

$M = 158{,}03$; $d = 2{,}703$; $k_t = 6{,}36^{(20)}$, $25^{(6,5)}$.

1. $2KMnO_4 = K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$. (200-240°C).
   $3KMnO_4 = K_3MnO_4 + 2MnO_2 + 2O_2$. (500-700°C).
2. $KMnO_4 + 6H_2O = [K(H_2O)_6]^+ + MnO_4^-$ (pH 7)
   $4KMnO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\tau} 4MnO_2\downarrow + 3O_2\uparrow + 4KOH$.
3. $2KMnO_4 + 16HCl$ (đặc, ng') = $2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 8H_2O + 2KCl$.
   $2KMnO_4 + 16HCl$ (đặc) + $2KCl$ (đặc) = $2K_2[MnCl_6]\downarrow$ +
   $+3Cl_2\uparrow + 8H_2O$ (0°C, trg ete).
   $KMnO_4(r)$ +8HCl(đặc)+ KCl(b.hoà) = $K_2[MnCl_5]\downarrow + 2Cl_2\uparrow + 4H_2O$.

4. $4KMnO_4 + 6H_2SO_4$ (60%) = $4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 5O_2\uparrow + 6H_2O$ ($t$.chất $O_3$)

$2KMnO_4$ ($r$) + $2H_2SO_4$ (98%) = $2KHSO_4 + Mn_2O_7 + H_2O$ ($t$ thường, tạo thêm $MnO_2$).

$2KMnO_4 + 4H_2SO_4$ (98%) = $Mn_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 2O_2\uparrow + 4H_2O$ (70-75°C).

5. $4KMnO_4$ (b.hoà) + $4KOH$ (15%) = $4K_2MnO_4 + O_2\uparrow + 2H_2O$. (đ.sôi).

$4KMnO_4$ (đặc) + $4Ba(OH)_2$ ($r$) = $4BaMnO_4\downarrow + O_2\uparrow + 2H_2O + 4KOH$ (đ.sôi).

6. $2KMnO_4 + 2(NH_3.H_3O)$ [loã.] = $2MnO_2\downarrow + N_2\uparrow + 2KOH + 4H_2O$

7. $2KMnO_4 + 3H_2SO_4$ (loã.) + $5H_2O_2$ = $2MnSO_4 + 5O_2\uparrow + 8H_2O + K_2SO_4$.

$2KMnO_4 + 3H_2SO_4$ (loã.) + $5KNO_2$ = $2MnSO_4 + 5KNO_3 + 3H_2O + K_2SO_4$.

8. $2KMnO_4 + 8H_2SO_4$ (loã.) + $10FeSO_4$ = $2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 8H_2O$.

9. $2KMnO_4 + 2H_2O$ (ng') + $3MnSO_4$ = $5MnO_2\downarrow + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$.

$2KMnO_4 + 8H_2SO_4$ (đặc) + $3MnSO_4$ = $5Mn(SO_4)_2 + K_2SO_4 + 8H_2O$ (50-60°C).

10. $2KMnO_4 + 3H_2 \xrightarrow{\tau} 2MnO_2\downarrow + 2KOH + 2H_2O$. (x.tác $AgNO_3$).

$2KMnO_4 + 3H_2S = 2MnO_2\downarrow + 3S\downarrow + 2KOH + 2H_2O$.

11. $2KMnO_4$(loã.) + $8H_2SO_4$(loã.) + $10KI$ = $5I_2\downarrow + 2MnSO_4 + 8H_2O + 6K_2SO_4$.

$8KMnO_4$ (đặc) + $8KOH$ (đặc.) + $KI$($r$) = $8K_2MnO_4 + KIO_4\downarrow + 4H_2O$,

$2KMnO_4$ (đặc) +$2KOH$ (đặc.) +$KIO_3$($r$) = $8K_2MnO_4 + KIO_4\downarrow + H_2O$.

12. $2KMnO_4 + 3H_2SO_4$ (loã.) + $5K_2SO_3$ = $2MnSO_4 + 6K_2SO_4 + 3H_2O$,

$2KMnO_4 + H_2O + 3K_2SO_3$ (đặc) = $2MnO_2\downarrow + 3K_2SO_4 + 2KOH$.



13. $2KMnO_4 + 2KOH$(đặc.) + $K_2SO_3$ =$2K_2MnO_4 + K_2SO_4 + H_2O$ ($t$ thường).

$KMnO_4 + 2KOH$(đặc.) + $K_2SO_3$ ($r$) = $K_3MnO_4 + K_2SO_4 + H_2O$. (0°C).

14. $2KMnO_4 + 2KOH$(đặc) + $K_2(PHO_3)$ = $2K_2MnO_4 + K_3PO_4 + 2H_2O$.

$4KMnO_4$ (đặc) + $6KOH$(đặc.) + $K(PH_2O_3)$ = $4K_2MnO_4 + K_3PO_4 + 4H_2O$.

15. $2KMnO_4 + 2KOH$(đặc) + $KCN$ = $2K_2MnO_4 + KOCN + H_2O$.

$8KMnO_4 + 10KOH$(đặc) + $KNCS$ = $8K_2MnO_4 + KOCN + K_2SO_4 + 5H_2O$.

16. $2KMnO_4 + 2BrF_3 = K_2[MnF_6] + MnO_2 + 3O_2 + Br_2$. (100-150°C).

17. $KMnO_4 + 2HSO_3F(l) = MnO_3F + KSO_3F + H_2SO_4$. (0°C).

18. $KMnO_4 + MNO_3 = MMnO_4\downarrow + KNO_3$. (M = Rb, Cs, Ag).

19. $2KMnO_4 + 3C_2H_5OH = 2MnO_2\downarrow + 3CH_3C(H)O + 2KOH + 2H_2O$ (20-30°C).

## 799. $MnCl_2$ – MANGAN(II) CLORUA

Khoáng vật scakit. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit clohiđric đặc. Tinh thể hiđrat $MnCl_2.4H_2O$ và $MnCl_2.2H_2O$ có cấu tạo $[Mn(H_2O)_4Cl_2]$. Không phản ứng với hiđro. Bị kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Bị oxi, ozon, flo, clo oxi hoá. Tham gia phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem 786[2,4,7], 789[4], 791[2,5].

$M$ = 125,84; $d$ = 2,977; $t_{nc}$ = 650°C; $t_s$ = 1231°C; $k_t = 73{,}9^{20}, 112{,}7^{80}$.

1. $MnCl_2 . 4H_2O = MnCl_2 + 4H_2O$. (đến 198°C, c.không).

$MnCl_2 . 4H_2O = MnCl(OH) + 3H_2O + HCl$. (230°C).

2. $MnCl_2$(loã.) + $6H_2O$(ngu.) = $[Mn(H_2O)_6]^{2+} + 2Cl^-$. (pH<7, xem 793[3]).

3. $3MnCl_2 + 4H_2O$ (hơi) = $6HCl + (Mn^{II}Mn^{III}{}_2)O_4 + H_2$. (500°C).

4. $MnCl_2$ (r) + $H_2SO_4$ (đặc, ng') = $MnSO_4$ + 2HCl↑.

5. $MnCl_2$ + 2NaOH (20%) = $Mn(OH)_2$↓ + 2NaCl (trg khí quyển $N_2$).

$MnCl_2$ + $NH_3.H_2O$ (loãng) = MnCl(OH) ↓ + $NH_4Cl$.

6. $4MnCl_2 + 3O_2 = 2Mn_2O_3 + 4Cl_2$. (600-700°).

$MnCl_2 + H_2O + O_3 = MnO_2$↓ + 2HCl + $O_2$↑. (t thường).

7. $MnCl_2$ + $NH_4HS$ (b.hoà) + $nH_2O$ = MnS . $nH_2O$↓ (hồng nhạt) + + $NH_4Cl$ + HCl. (đ.sôi).

MnS . $nH_2O$ (h.phù) $\xrightarrow{\tau}$ α–MnS↓ (lục). [đ.sôi, trg khí quyển $N_2$].

8. $MnCl_2$ + 2Na($CH_3COO$) + $H_2S$ $\xrightarrow{\tau}$ β–MnS↓ (nâu) + 2NaCl + + 2$CH_3COOH$.

9. $4MnCl_2 + Ca(ClO)_2 + 4Ca(OH)_2$ = 4MnO(OH)↓ + $5CaCl_2 + 2H_2O$. (đ.sôi)

$MnCl_2 + (NH_4)_2S_2O_6(O_2) + 2H_2O = MnO_2$↓ + $(NH_4)_2SO_4 + H_2SO_4$ + + 2HCl.

10. $2MnCl_2 + Cl_2(k) + 4MCl = 2M_2[MnCl_5]$(đỏ). [0°C, M= Na, K, $NH_4$].

11. $MnCl_2$ $\xrightarrow{\text{MCl (đặc)}}$ M[$MnCl_3$], $M_2[MnCl_4]$, $M_4[MnCl_6]$ (M=Na, K).

12. $MnCl_2 + 2KCl + 3F_2 = K_2[MnF_6] + 2Cl_2$. (375-400°C).

$MnCl_2 + MCl_2 + 3F_2 = M[MnF_6] + 2Cl_2$. (500-550°C; M=Mg,Ca,Sr, Ba).

13. $2MnCl_2 + 10CO = [Mn_2(CO)_{10}] + 2Cl_2$. [p, x.tác $Al(C_4H_9)_3$].

14. $MnCl_2$ + 6KCN (đặc) = $K_4[Mn(CN)_6]$ (tím) + 2KCl (trg khí quyển $N_2$).

15. $MnCl_2 + 2Na(C_5H_5) = [Mn(C_5H_5)_2]$ + 2NaCl. (đ.sôi trg đioxan)

## 800. MnS – MANGAN(II) SUNFUA

Lục (dạng α bền) hoặc nâu đỏ (dạng β bền giả), tinh thể lớn có màu đen-nâu (khoáng vật alabandin). Bền nhiệt. Không tan trong nước nguội. Tinh



thể hiđrat MnS.$nH_2O$ kết tủa từ dung dịch có màu hồng nhạt (hồng thịt). Bị axit phân huỷ, bị oxi oxi hoá.. Điều chế, xem 786[8], 799[7,8].

$M$ = 87,00; $d$ = 3,39; $t$(β-α) 200-300°C;

$t_{nc}$ =1615°C; $pT_t^{25}$ = 12,96 ( α-MnS).

1. MnS . $nH_2O$ $\xrightarrow{\tau}$ α-MnS + $nH_2O$. (120-175°C).

2. MnS (r) + $H_2O$ ⇌ Mn(HS)OH (dd). (trg NaOH loãng).

3. MnS + 2HCl (loãng) = $MnCl_2 + H_2S$↑.

4. MnS + $4H_2SO_4$ (đặc, ng') = $MnSO_4$ + $4SO_2$↑ + $4H_2O$,

MnS + $8HNO_3$ (đặc, ng') = $MnSO_4$ + $8NO_2$↑ + $4H_2O$.

5. 2MnS + $4O_2$ (k.khí) = $2MnO_2 + 2SO_2$. (300-400°C).

## 801. [$Mn_2(CO)_{10}$] – ĐIMANGAN ĐECACACBONYL

Vàng, bay hơi, chưng cất được cùng với hơi nước, phân huỷ khi đun nóng. Bền trong không khí, nhạy cảm với ánh sáng. Là claste [$(CO)_5$Mn–Mn$(CO)_5$]. Không tan trong nước. Phản ứng với axit đặc là chất oxi hoá, bị kim loại kiềm, hiđro khử. Điều chế, xem 799[13].

M = 389,98; $d$ =1,75; $t_{nc}$ = 154°C (p).

1. [$Mn_2(CO)_{10}$] = 2Mn + 10CO. (trên 110°C).

2. [$Mn_2(CO)_{10}$] + $4H_2SO_4$(đặc) = $2MnSO_4$ + $2SO_2$↑ + $4H_2O$ + 10CO↑.

[$Mn_2(CO)_{10}$] +$8HNO_3$(đặc)= $2Mn(NO_3)_2$+ $4NO_2$↑ + 10CO↑ + + $4H_2O$.

3. [$Mn_2(CO)_{10}$] + 2M = 2M[$Mn(CO)_5$]. (trg đioxan, M= Li, Na, K).

4. [$Mn_2(CO)_{10}$] + 2(Na,Hg) + $2H_2O$ = 2[$MnH(CO)_5$]↓ + 2NaOH + +2Hg↓,

[$Mn_2(CO)_{10}$] + $H_2$ = 2[$MnH(CO)_5$]. ( 200°C, p).

[$MnH(CO)_5$] + $H_2O$ ⇌ $[Mn(CO)_5]^-$ + $H_3O^+$; $pK_a$ = 7,0.

5. [$Mn_2(CO)_{10}$] + [$Re_2(CO)_{10}$] = 2[$(CO)_5$Re] – $Mn(CO)_5$ (150-160°C).

## TECNETI

## 802. Tc – TECNETI

Trắng bạc với sắc xám, khó nóng chảy, khó sôi. Bị mờ đục trong không khí. Phóng xạ, đồng vị sống lâu nhất là $^{98}$Tc và $^{99}$Tc, nguyên tố đầu tiên được tổng hợp nhân tạo khi bắn phá molipđen bằng hạt nhân đoteri hoặc

bắn phá ruteni bằng notron. Hoạt động hoá học khá kém hơn mangan. Không phản ứng với nước, axit clohiđric, oxi, halogen. Là sản phẩm phân chia của $^{235}U$ trong lò phản ứng hạt nhân. Điều chế, xem 803[1], 805[4,9].

$M = 97,907$; $d = 11,49$; $t_{nc} = 1150°C$; $t_s = 4600°C$.

1. $Tc + 7HNO_3$ (đặc, ng') $= HTcO_4 + 7NO_2\uparrow + 3H_2O$.
2. $3Tc + 18HCl$ (đặc) $+ 4HNO_3$ (đặc) $= 3H_2[TcCl_6] + 4NO\uparrow + 8H_2O$.
3. $4Tc + 7O_2 = 2Tc_2O_7$. (450-500°C, t.chất $TcO_3$?).
4. $2Tc + 5F_2 = 2TcF_5$. (200°C).
   $Tc + 3F_2 = TcF_6$. (400°C).
5. $Tc + 2Cl_2 = TcCl_4$. (400°C, t.chất $TcCl_6$).

### 803. $TcO_2$ – TECNETI(IV) OXIT

Đen-nâu, bay hơi khi đun nóng mạnh, bền nhiệt. Không phản ứng với nước, hiđrat amoniac. Hiđrat $TcO_2.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch, khi sấy khô trong những điều kiện có giám sát sẽ biến thành $Tc(OH)_4$. Phản ứng với axit đặc, hiđro peoxit, oxi. Tan được một phần nhờ tác dụng của kiềm đặc (sản phẩm phản ứng không biến đổi). Điều chế, xem 804[1], 805[1], 807[1].

$M = 129,91$; $d = 6,9$.

1. $TcO_2 = Tc + O_2$. (trên 1100°C).
2. $TcO_2 . nH_2O = Tc(OH)_4 + (n-2)H_2O$. (100°C, c.không).
   $TcO_2 . nH_2O = TcO_2 + nH_2O$. (400°C, trg luồng $N_2$).
3. $TcO_2 + 6HCl$ (đặc) $= H_2[TcCl_6] + 2H_2O$
4. $TcO_2 + 3HNO_3$ (đặc, ng') $= HTcO_4 + 3NO_2\uparrow + H_2O$.
5. $2TcO_2 + 2NaOH$ (loã.) $+ 3H_2O_2$ (đặc) $= 2NaTcO_4 + 4H_2O$.
6. $4TcO_2 + 3O_2 = 2Tc_2O_7$. (200°C).

### 804. $Tc_2O_7$ – TECNETI(VII) OXIT

Vàng nhạt, bay hơi, phân huỷ khi đun nóng. Thể hiện tính axit, tác dụng với nước tạo nên axit mạnh, axit tecnetic $HTcO_4$; dung dịch đặc có màu đỏ thẫm, dung dịch loãng không màu. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất oxi hoá yếu. Điều chế, xem 802[3], 803[6].

$M = 307,81$; $d = 3,5$; $t_{nc} = 119,5°C$; $t_s = 310,6°C$ ($p$).

1. $2Tc_2O_7 = 4TcO_2 + 3O_2$. (260°C).



2. $Tc_2O_7 + 3H_2O = 2HTcO_4 + 2H_2O = 2H_3O^+ + 2TcO_4^-$.
   $2HTcO_4 = 2Tc_2O_7 + H_2O$. (160°C).
3. $Tc_2O_7 + 2NaOH$ (loã.) $= 2NaTcO_4 + H_2O$,
   $Tc_2O_7 + 2(NH_3.H_2O)$ [đặc] $= 2NH_4TcO_4 + H_2O$.
4. $2Tc_2O_7 + 15S = 4TcS_2 + 7SO_2$. (1000°C, $p$).
5. $Tc_2O_7 + 7CCl_4 = 2TcCl_4 + 7CCl_2O + 3Cl_2$. (400°C).
6. $Tc_2O_7 + 6KI + 14HCl$ (đặc) $= 2K_2[TcCl_6]\downarrow + 3I_2\downarrow + 2KCl + 7H_2O$. (30-50°C).

### 805. $NH_4TcO_4$ – AMONI PETECNETAT

Trắng với sắc hồng, phân huỷ khi nung. Khi bảo quản trở nên có màu lam-lục do tính phóng xạ. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Không tạo nên tinh thể hiđrat. Bị axit clohiđric đặc phân huỷ. Bị hiđro khử. Chất oxi hoá yếu trong dung dịch. Điều chế, xem 804[3].

$M = 179,94$.

1. $2NH_4TcO_4 = 2TcO_2 + 4H_2O + N_2$ (700 - 800°C).
2. $NH_4TcO_4$ (loã.) $= 4NH_4^+ + TcO_4^-$.
   $NH_4^+ + 2H_2O \rightleftharpoons NH_3.H_2O + H_3O^+$; $pK_a = 9,24$.
3. $2NH_4TcO_4 + 20HCl$ (đặc) $= 2H_2[TcCl_6] + 3Cl_2 + 8H_2O + 2NH_4Cl$. (đ.sôi).
4. $2NH_4TcO_4 + 4H_2 = 2Tc + 8H_2O + N_2$. (300 - 700°C, t.chất $NH_3$).
5. $2NH_4TcO_4 + 3Zn + 20HCl$ (đặc) $= 2H_2[TcCl_6] + 3ZnCl_2 + 2NH_4Cl + 8H_2O$.
6. $2NH_4TcO_4 + 17CO = [Tc_2(CO)_{10}] + 7CO_2 + 2NH_3 + H_2O$. (240-250°C, $p$).
7. $NH_4TcO_4 + 16C_2H_5OH + 18K = K_2[TcH_9]\downarrow + 16K(C_2H_5O) + NH_3\uparrow + 4H_2O$. (60 - 70°C).
8. $2NH_4TcO_4 + 2HCl$ (loã.) $+ 7H_2S(k) = Tc_2S_7\downarrow + 2NH_4Cl + 8H_2O$.
9. $4NH_4TcO_4 + 2H_2SO_4$ (loã.) $\xrightarrow{\text{điện phân}}$ $4Tc\downarrow$ (catôt) $+ 7O_2\uparrow$ (anôt) $+ 2(NH_4)_2SO_4 + 2H_2O$.

**806. $TcF_6$ – TECNETI(VI) FLORUA**

Chất rắn vàng tươi, chất lỏng vàng. Rất nhạy cảm với hơi ẩm của không khí. Có khả năng phản ứng: phản ứng với nước, kiềm. Điều chế, xem 802[4].

$M = 211,90$; $d = 3,02$; $t_{nc} = 37,4°C$; $t_s = 55,3°C$.

1. $3TcF_6 + 10H_2O = TcO_2\downarrow + 2HTcO_4 + 18HF$.
2. $3TcF_6 + 20NaOH$ (loã.) $= TcO_2\downarrow + 2NaTcO_4 + 18NaF + 10H_2O$.

**807. $TcCl_4$ – TECNETI(IV) CLORUA**

Đỏ thẫm, thăng hoa khi đun nóng trong luồng khí clo. Bị thuỷ phân tạo thành kết tủa, phản ứng với axit clohiđric, kiềm. Tạo nên phức chất cloro. Điều chế, xem 802[5], 804[5].

$M = 239,72$; $d = 3,3$; $t_{nc} > 300°C$.

1. $TcCl_4 + 2H_2O = TcO_2\downarrow + 4HCl$.
2. $TcCl_4 + 2HCl$ (đặc) $= H_2[TcCl_6]$.
3. $TcCl_4 + 4NaOH$ (đặc) $= Tc(OH)_4\downarrow + 4NaCl$ (đ.sôi).
4. $TcCl_4 + 2NH_4Cl$ (đặc) $= (NH_4)_2[TcCl_6]\downarrow$ (trg HClđặc).

**RENI**

**808. Re – RENI**

Xám nhạt, rất cứng, nặng, khó nóng chảy, khó sôi. Bền trong không khí. Không phản ứng với nước, hiđrat amoniac, hiđro, iot, nitơ, cacbon, axit clohiđric, axit flohiđric. Tan được nhờ tác dụng của axit đặc là chất oxi hoá và hiđro peoxit, phản ứng với oxi, halogen, lưu huỳnh. Điều chế, xem 811[5], 814[4], 821[1].

$M = 186,207$; $d = 20,53$; $t_{nc} = 3190°C$; $t_s \approx 5900°C$.

1. $2Re + 7H_2SO_4$ (đặc) $\xrightarrow{\tau} 2HReO_4 + 7SO_2\uparrow + 6H_2O$. (đ.sôi).
   $Re + 7HNO_3$ (30%) $= HReO_4 + 7NO_2 + 3H_2O$.
2. $2Re + 7H_2O_2$ (đặc) $= 2HReO_4 + 6H_2O$.
3. $4Re$ (bột) $+ 2H_2O + 7O_2 \xrightarrow{\tau} 4HReO_4$.
4. $4Re + 4NaOH$ (đặc) $+ 7O_2 \xrightarrow{\tau} 4NaReO_4 + 2H_2O$.
5. $4Re + 7O_2 = 2Re_2O_7$. (400°C).
6. $Re + 3F_2 = ReF_6$. (125°C, $p$, t.chất $ReF_7$).
   $2Re + 7F_2 = 2ReF_7$. (600 - 700°C).
7. $2Re + 5Cl_2 = 2ReCl_5$. (400°C trg luồng $Cl_2$).
8. $Re + 2E = ReE_2$. (400 - 800°C, $p$; E = S.Se).

**809. $ReO_2$ – RENI (IV) OXIT**

Đen xám, không bay hơi, phân huỷ khi nung. Không phản ứng với nước, axit loãng, hiđrat amoniac. Hiđrat màu nâu $ReO_2.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch, khi sấy khô biến thành $Re(OH)_4$. Phản ứng với axit đặc, hiđro peoxit, kiềm. Bị oxi, halogen oxi hoá. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 811[6], 814[1], 819[2].

$M = 218,21$; $d = 11,4$.

1. $7ReO_2 = 2Re_2O_7 + 3Re$. (850°C, c.không).
2. $ReO_2.nH_2O = Re(OH)_4 + (n - 2)H_2O$. (120°C, c.không).
   $ReO_2.nH_2O = ReO_2 + nH_2O$. (500°C, c.không).
3. $ReO_2 + 6HCl$ (đặc) $= H_2[ReCl_6] + 2H_2O$.
4. $ReO_2 + 3HNO_3$ (đặc) $= HReO_4 + 3NO_2 + H_2O$.
5. $ReO_2 + 2NaOH = Na_2ReO_3$ (nâu) $+ H_2O$. (350 - 400°C, trg khí quyển).
6. $4ReO_2$ (h.phù) $+ 2H_2O + 3O_2 \xrightarrow{\tau} 4HReO_4$.
   $4ReO_2 + 4NaOH + 3O_2$ (k.khí) $= 4NaRe(OH)_4 + 4H_2O$. (325 -375°C).
7. $2ReO_2 + 3H_2O_2$ (đặc) $= 2HReO_4 + 2H_2O$.
8. $2ReO_2 + 4H_2O + 3Cl_2 = 2HReO_4 + 6HCl$.
9. $ReO_2 + 2H_2 = Re + 2H_2O$. (400 - 700°C).
10. $2ReO_2 + 5O_2 = 2Re_2O_7$. (400°C).
11. $ReO_2 + 2MOH + MNO_3 = M_2ReO_4$ (lục) $+ MNO_2 + H_2O$ (300-400°C; M = Na, K).

### 810. $ReO_3$ – RENI(VI) OXIT

Đỏ thẫm, không bay hơi khi đun nóng nóng chảy rồi phân huỷ. Không phản ứng với nước, axit loãng. Phản ứng với axit nitric đặc. Bị oxi oxi hoá. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 811[6].

$M = 234,20$; $d = 7,43$; $t_{nc} = 160°C$.

1. $3ReO_3 = ReO_2 + Re_2O_7$. (300°C, c.không).
   $8ReO_3 = 4ReO_2 + 2Re_2O_7 + O_2$. (trên 400°C).
2. $ReO_3 + HNO_3$ (đặc) $= HReO_4 + NO_2$
3. $3ReO_3 + 4NaOH = 2NaReO_4 + Na_2ReO_3 + 2H_2O$. (350 - 400°C).
4. $4ReO_3 + O_2 = 2Re_2O_7$. (160 - 400°C).
5. $ReO_3 + 3H_2 = Re + 3H_2O$. (150 - 800°C).

### 811. $Re_2O_7$ – RENI (VII) OXIT

Vàng nhạt, bay hơi, khi đun nóng trở nên sẫm và phân huỷ. Thể hiện tính axit: phản ứng với nước, kiềm, hiđrat amoniac. Bị hiđro, reni, cacbon monooxit khử. Điều chế, xem 805[5], 809[1,10], 812[2], 821[4].

$M = 184,41$; $d = 6,14$; $t_{nc} = 301,5°C$; $t_s = 358,5°C$.

1. $2Re_2O_7 = 4ReO_2 + 3O_2$. (600°C).
2. $Re_2O_7 + H_2O$ (ng') $= 2HReO_4$.
3. $Re_2O_7 + 6HBr$ (đặc) $= 2ReO_2\downarrow + 3Br_2 + 3H_2O$. (đ.sôi).
4. $Re_2O_7 + 2NaOH$ (loã.) $= 2NaReO_4 + H_2O$.
   $Re_2O_7 + 2(NH_3.H_2O)$ [đặc, ng'] $= 2NH_4ReO_4 + H_2O$.
5. $Re_2O_7 + 7H_2 = 2Re + 7H_2O$. (trên 500°C).
6. $3Re_2O_7 + Re = 7ReO_3$. (250 - 300°C, trg khí quyển $N_2$).
   $2Re_2O_7 + 3Re = 7ReO_2$. (500 - 600°C).
7. $Re_2O_7 + 17CO = [Re_2(CO)_{10}] + 7CO_2$. (250°C, $p$).

### 812. $HReO_4$ – AXIT PERENIC

Không tách được ở dạng tự do. Bền trong dung dịch nước không màu (nồng độ cực đại 70% khối lượng), là axit mạnh. Khi chưng dung dịch thu được "axit perenic rắn" $H_4Re_2O_9$ màu vàng nhạt, không bền nhiệt. Trung hoà kiềm, hiđrat amoniac. Chất oxi hoá yếu. Điều chế, xem 808[1], 809[4,6-8], 811[2], 813[6], 816[1].

$HReO_4$: $M = 251,21$.

$H_4Re_2O_9$: $M = 520,44$; $d = 4,87$.

1. $HReO_4$ (loã.) $+ H_2O = H_3O^+ + ReO_4^-$.
2. $2HReO_4$ (đặc) $+ H_2O \xrightarrow{\tau} H_4Re_2O_9$ ($r$). (35°C, c.không).
   $2H_4Re_2O_9 = 2HReO_4 + Re_2O_7 + 3H_2O$. (65-160°C).
3. $HReO_4 + MOH$ (loã.) $= MReO_4 + H_2O$. (M = Na, K, 1/2Ba).
   $HReO_4 + NH_3.H_2O$ (đặc) $= NH_4ReO_4 + H_2O$.
4. $2HReO_4 + 21HCl$ (đặc) $+ 7H[SnCl_3] = 2Re\downarrow + 7H_2[SnCl_6] + 8H_2O$.

### 813. $KReO_4$ – KALI PERENAT

Trắng, nóng chảy không phân huỷ. Tan ít trong nước, tan ít hơn nữa trong dung dịch kiềm, dung dịch clorua kim loại kiềm. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit, hiđrat amoniac. Phản ứng với kiềm khi thiêu kết, đihiđro sunfua, cacbon monooxit, hiđro. Điều chế, xem 812[3], 814[6].

$M = 189,30$; $d = 4,887$; $t_{nc} = 553°C$; $t_s = 1367°C$;

$k_t = 1,20^{(25)}$; $7,47^{(75)}$.

1. $KReO_4 + 2KOH = K_3ReO_5$ (đỏ). (400-550°C).
2. $2KReO_4 + 7H_2 = 2Re + 2KOH + 6H_2O$. (800°C).
3. $2KReO_4 + 8HCl$ (đặc) $+ 4H_2 = K_2[Re_2Cl_8]$ (đỏ) $+ 8H_2O$. (290-325°C, $p$).
4. $2KReO_4 + 7H_2S$ ($k$) $+ 2HCl$ (loã.) $= Re_2S_7\downarrow + 2KCl + 8H_2O$. (trg khí quyển $N_2$).
5. $2KReO_4 + 17CO = [Re_2(CO)_{10}] + K_2CO_3 + 6CO_2$. (250-270°C, $p$).
6. $KReO_4 + H_3O^+$ (cationit) $= HReO_4 + K^+$ (cationit) $+ H_2O$.

### 814. $NH_4ReO_4$ – AMONI PERENAT

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), độ tan giảm khi có mặt $NH_4Cl$. Không tạo nên tinh thể hiđrat.

Phản ứng với axit clohiđric đặc. Chất oxi hoá rất yếu: bị hiđro, axit photphoric khử. Điều chế, xem 811[4], 812[3].

$M = 268,24$; $d = 3,970$; $k_t = 6,23^{(20)}$; $32,34^{(80)}$.

1. $2NH_4ReO_4 = 2ReO_2 + N_2 + 4H_2O$. (365-400°C, c.không).
2. $NH_4ReO_4$ (loã.) $= NH_4^+ + ReO_4^-$,
   $NH_4^+ + 2H_2O \rightleftharpoons NH_3{,}H_2O + H_3O^+$; $pK_a = 9,24$
3. $NH_4ReO_4 + 6HCl$ (đặc) $= NH_4[ReCl_4O] + Cl_2\uparrow + 3H_2O$.
4. $2NH_4ReO_4 + 4H_2 = 2Re + N_2 + 8H_2O$. (400-1000°C).
5. $2NH_4ReO_4 + 2NH_4Cl + 10HCl$ (đặc) $+ 3H(PH_2O_2)$ (đặc) $=$
   $= 2(NH_4)_2[ReCl_6]\downarrow + 3H_2(PHO_3) + 5H_2O$.
6. $NH_4ReO_4 + MNO_3$(đặc) $= MReO_4\downarrow + NH_4NO_3$.
   (M = K, Rb, Cs, Tl, Ag).
7. $NH_4ReO_4 + 18Na + 13C_2H_5OH = Na_2[ReH_9]\downarrow + 13Na(C_2H_5O) +$
   $+ 3NaOH + NH_3.H_2O$.

## 815. $ReF_6$ – RENI(VI) FLORUA

Chất rắn có màu vàng, chất lỏng vàng thẫm, khí không màu. Dễ nóng chảy, dễ sôi, nhạy cảm với hơi ẩm của không khí. Có khả năng phản ứng: phản ứng với nước, axit là chất oxi hoá, silic đioxit. Bị oxi oxi hoá. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 808[6].

$M = 300,20$; $d = 3,58$; $t_{nc} = 18,6°C$; $t_S = 33,7°C$.

1. $3ReF_6 + 10H_2O = 2HReO_4 + ReO_2\downarrow + 18HF$.
2. $ReF_6 + HNO_3$ (đặc) $+ 3H_2O = HReO_4 + 6HF + NO_2$.
3. $3ReF_6 + 20NaOH$ (loã.) $= 2NaReO_4 + ReO_2\downarrow + 18NaF + 10H_2O$.
4. $4ReF_6 + 14H_2O + O_2 = 4HReO_4 + 24HF$.
5. $ReF_6 + H_2 = ReF_4 + 2HF$. (200°C).
6. $3ReF_6 + 3SiO_2 = 2ReO_3F + ReF_4 + 3SiF_4$. (đến 300°C).
7. $ReF_6\,(l) + 2MF = M_2[ReF_8]$ (hồng). (M = K, Rb, Cs).



## 816. $ReF_7$ – RENI(VII) FLORUA

Vàng, bay hơi, dễ nóng chảy, dễ sôi, bền nhiệt. Có khả năng phản ứng: bị thuỷ phân, phản ứng với kiềm, silic đioxit. Bị hiđro khử. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 808[6].

$M = 319,19$; $d = 3,65^{(52)}$; $t_{nc} = 48,3°C$; $t_S = 73,3°C$.

1. $ReF_7 + 4H_2O = HReO_4 + 7HF$.
2. $ReF_7 + 8NaOH$ (loã.) $= NaReO_4 + 7NaF + 4H_2O$.
3. $2ReF_7 + 3H_2 = 2ReF_4 + 6HF$. (200°C).
4. $2ReF_7(l) + 3SiO_2 = 2ReO_3F + 3SiF_4$. (50-70°C).
5. $ReF_7(l) + MF = M[ReF_8]$ (vàng). ($M = K^+, NO^+, NO_2^+$).

## 817. $ReCl_3$ – RENI(III) CLORUA

Tím đỏ (khí có màu lục), phân huỷ khi đun nóng. Là claste $[Re_3Cl_9]$. Tan nhiều trong nước nguội, bị thuỷ phân tạo nên kết tủa. Khi để trong không khí ẩm tạo nên hiđrat $ReCl_3.2H_2O$. Phản ứng với axit clohiđric, kiềm. Chất oxi hoá yếu và chất khử yếu trong dung dịch. Tạo nên phức chất cloro. Điều chế, xem 818[1], 819[1].

$M = 292,57$; $t_{nc} = 257°C$; $t_S = 327°C$.

1. $2ReCl_3 = 2Re + 3Cl_2$. (360-600°C, c.không).
2. $3ReCl_3$ (loã.) $+ 2H_2O$ (ngu.) $= [Re_3Cl_9]\,.\,2H_2O$ (*dd*).
3. $2ReCl_3 + (3 + n)H_2O \xrightarrow{\tau} Re_2O_3\,.\,nH_2O\downarrow + 6HCl$.
4. $3ReCl_3 + 3HCl$ (đặc) $= H_3[Re_3Cl_{12}]$.
5. $2ReCl_3 + 6NaOH$ (loã.) $= Re_2O_3\downarrow + 6NaCl + 3H_2O$.
6. $2ReCl_3 + 3H_2 = 2Re + 6HCl$ (250-300°C).
7. $3ReCl_3 + 3MCl$ (đặc) $= M_3[Re_3Cl_{12}]\downarrow$ (trg HCl đặc; M = Rb, Cs).

## 818. $ReCl_4$ – RENI(IV) CLORUA

Đen với sắc lục hoặc nâu. Bền trong không khí khô ráo, nhạy cảm với hơi ẩm. Bị thuỷ phân tạo nên kết tủa. Phản ứng với axit, kiềm, hiđro. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 819[6].

$M = 328,02$; $d = 4,24 \div 4,50$.

1. $2ReCl_4 = ReCl_3 + ReCl_5$. (300°C, trg luồng $N_2$).

2. $ReCl_4 + (2\text{-}n)H_2O = ReO_2 . nH_2O\downarrow + 4HCl$.
3. $ReCl_4 + 2HCl$ (đặc) $= H_2[ReCl_6]$ (vàng).
4. $ReCl_4 + 6NaOH$ (đặc) $= Na_2ReO_3\downarrow + 4NaCl + 3H_2O$. (đ.sôi).
5. $ReCl_4 + 3H_2 = Re + 4HCl$. (250-300°C).
6. $ReCl_4 + 2MCl$ (đặc) $= M_2[ReCl_6]\downarrow$

   (trg HCl đặc; $M = K^+, Rb^+, Cs^+, NH_4^+$ ).
7. $ReCl_4 + 6KCN$ (đặc) $= K_2[Re(CN)_6]$ (đỏ) $+ 4KCl$.

**819. $ReCl_5$ – RENI (V) CLORUA**

Xám-nâu với sắc lục, nhạy cảm với hơi ẩm của không khí (bốc khói). Chưng cất được không phân huỷ trong luồng khí clo hoặc trong chân không. Phản ứng với nước, axit, kiềm, oxi. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 808[7].

$M = 363{,}47$; $d = 3{,}98$; $t_{nc} = 278°C$; $t_s = 330°C$ (phân huỷ).

1. $ReCl_5 = ReCl_3 + Cl_2$. (trên 330°C, trg khí quyển $N_2$).
   $2ReCl_5 = 2Re_3 + 5Cl_2$. (trên 600°C).
2. $3ReCl_5 + (8{+}2n)H_2O$ (ng') $= HReO_4 + 2(ReO_2 . nH_2O)\downarrow + 15HCl$.
3. $3ReCl_5 + 4H_2O = HReO_4 + 2H_2[ReCl_6] + 3HCl$. (trg HCl 10%).
4. $2ReCl_5 + 4HCl$ (đặc) $= 2H_2[ReCl_6] + Cl_2\uparrow$.
5. $3ReCl_5 + 16NaOH$ (loã.) $= NaReO_4 + 2ReO_2\downarrow + 15NaCl +$

   $+ 8H_2O$ (đ.sôi).
6. $2ReCl_5 + H_2 = 2ReCl_4 + 2HCl$. (70°C).
   $2ReCl_5 + 2H_2 = 2Re + 10HCl$. (250-300°C).

**820. $Na_2[ReH_9]$ – NATRI NONAHIĐRORENAT(VII)**

Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Nhạy cảm với hơi ẩm và oxi không khí. Tan nhiều trong nước nguội, anion bền trong môi trường kiềm. Chất khử mạnh: phản ứng với nước nóng, axit, hiđro peoxit. Điều chế, xem 814[7].

$M = 241{,}26$

1. $2Na_2[ReH_9] = 4NaH + 2Re + 7H_2$ (245°C).
2. $Na_2[ReH_9] + 8H_2O$ (ngu.) $= 2Na(H_2O)_4]^+ + [ReH_9]^{2-}$

   (trg NaOH loã.).
3. $Na_2[ReH_9] + 5H_2O$ (hơi) $\xrightarrow{\tau} NaReO_4 + NaOH + 9H_2$.
4. $2Na_2[ReH_9] + 4HCl$ (loã.) $= 4NaCl + 2Re\downarrow + 11H_2\uparrow$.
5. $4Na_2[ReH_9] + 22HNO_3$(loã.) $= 4NaReO_4 + 9NH_4NO_3 + 4NaNO_3 +$

   $+ 11H_2O$. (đ.sôi).
6. $Na_2[ReH_9] + 9H_2O_2$(đặc) $= NaReO_4 + NaOH + 13H_2O$ (đ.sôi).
7. $4Na_2[ReH_9] + 11O_2$(k.khí) $\xrightarrow{\tau} 4Re\downarrow + 8NaOH + 14H_2O$.

**821. $[Re_2(CO)_{10}]$ – ĐIRENI ĐECACACBONYL**

Trắng, không bay hơi, dễ nóng chảy, phân huỷ khi đun nóng. Không phản ứng với nước, hiđrat amoniac. Phản ứng với axit đặc là chất oxi hoá, oxi. Điều chế, xem 811[7], 813[3].

$M = 652{,}51$; $d = 2{,}79$; $t_{nc} = 177°C$.

1. $[Re_2(CO)_{10}] = 2Re + 10CO$ (250-420°C).
2. $[Re_2(CO)_{10}] + 34HNO_3$(đặc) $= 2HReO_4 + 34NO_2 + 10CO_2\uparrow +$

   $+ 16H_2O$.
3. $2[Re(CO)_{10}] + 4NaOH$(đặc) $+ 7O_2 = 4NaReO_4 + 20CO\uparrow + 2H_2O$.
4. $2[Re_2(CO)_{10}] + 17O_2 = 2Re_2O_7 + 20CO_2$ (400°C).
5. $[Re_2(CO)_{10}] + [Mn_2(CO)_{10}] = 2[(CO)_5Re\text{-}Mn(CO)_5]$ (150-160°C).

# Chương 8 CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM VIIIB

## SẮT

### 822. Fe – SẮT

Kim loại màu xám, mềm, rèn được; ở áp suất thường có ba dạng đa hình (α, γ, δ); bột mịn tự cháy. Bị oxi hoá chậm trong không khí ẩm (quá trình gỉ). Không phản ứng với nước, hiđrat amoniac; bị thụ động hoá trong axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, kiềm loãng. Phản ứng với axit loãng, kiềm đặc, phi kim, cacbon monooxit. Đẩy kim loại quý ra khỏi dung dịch muối của chúng. Cation $Fe^{2+}$ không màu, cation $Fe^{3+}$ không màu trong môi trường axit mạnh) hoặc vàng (trong dung dịch loãng). Sắt kĩ thuật (gang, thép) chứa C (một phần ở dạng $Fe_3C$), Mn, Si, S, P và tạp chất khác. Kim loại đứng thứ hai (sau nhôm) về độ phổ biến trong thiên nhiên. Điều chế, xem 824[11,12], 834[8,17], 844[1].

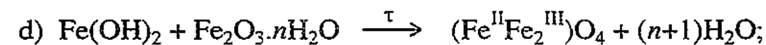
$M = 55{,}847$; $d = 7{,}864(\alpha)$; $7{,}590(\gamma)$; $7{,}409(\delta)$.

$t(\alpha \to \gamma) = 917°C$; $t(\gamma \to \delta) = 1394°C$; $t_{nc} = 1539°C$; $t_s \approx 3220°C$.

1. $3Fe + 4H_2O(hơi) = (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 4H_2$ (800°C, t.chất FeO).
2. $Fe + 2HCl(loã.) = FeCl_2 + H_2\uparrow$ (không có k.khí).
   $Fe + H_2SO_4(loã.) = FeSO_4 + H_2\uparrow$ (trg khí quyển $CO_2$).
3. $Fe + 4HNO_3(loã., ng') = Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$.
   $5Fe + 12HNO_3(rất loã.) = 5Fe(NO_3)_2 + N_2\uparrow + 6H_2O$
   (0-10°C;t.chất $N_2O$,$NH_4NO_3$)
4. $Fe + 2NaOH(5\%) + 2H_2O = Na_2[Fe(OH)_4] + H_2\uparrow$
   (đ.sôi trg khí quyển $N_2$).
5. Sự gỉ của sắt:
   a) $2Fe + 2H_2O$ (hơi ẩm) $+ O_2$ (k.khí) $\xrightarrow{\tau} 2Fe(OH)_2$;
   b) $2Fe + 2H_2O$(hơi ẩm) $+ O_2$(k.khí) $+ 4CO_2 \xrightarrow{\tau} 2Fe(HCO_3)_2$,
   $Fe(HCO_3)_2$ (ẩm) $\xrightarrow{\tau} Fe(OH)_2 + CO_2$ (30°C).
   c) $4Fe(OH)_2 + O_2$(k.khí) $+ (2n-4)H_2O \xrightarrow{\tau} 2(Fe_2O_3.nH_2O)$,
   $(Fe_2O_3.nH_2O) \xrightarrow{\tau} 2FeO(OH) + (n-1)H_2O$;







   d) $Fe(OH)_2 + Fe_2O_3.nH_2O \xrightarrow{\tau} (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + (n+1)H_2O$;
6. $3Fe(bột) + 2O_2 = (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4$ (150-600°C, cháy trg k.khí).
7. $4Fe + 20NaOH(50\%) + 3O_2 + 6H_2O = 4Na_5[Fe(OH)_8]\downarrow$
   (20-25°C).
   $2Fe + 14NaOH(50\%) + 3Br_2 + 2H_2O = 2Na_4[Fe(H_2O)(OH)_7]\downarrow +$
   $+ 6NaBr$. (50-60°C).
8. $2Fe + 3E_2 = 2FeE_3$ (trên 300°C, E = F; 200-250°C, E = Cl).
9. $2Fe + 3Br_2(b.hoà) = 2FeBr_3$ (đ.sôi).
   $Fe + Br_2 = FeBr_2$ (600-700°C).
10. $3Fe + 4I_2 \xrightarrow{\tau} (Fe^{II}Fe_2^{III})I_8$ (*t* thường, nghiền).
    $Fe + I_2 = FeI_2$ (500°C).
11. $Fe + E = FeE$ (600-950°C; E = S,Se,Te).
12. $Fe \xrightarrow{P\ đỏ} Fe_3P, Fe_2P, FeP, FeP_2$ (600-700°C).
13. $Fe + N_2 + 3Li = (Li_3Fe)N_2$ (600°C).
14. $6Fe + P_4 + 8O_2(k.khí) = 2Fe_3(PO_4)_2$ (1000°C).
15. $Fe \xrightarrow{Si,O_2} FeSiO_3, Fe_2SiO_4$(fayalit) (1100-1300°C).
16. $Fe + 2HE = FeE_2 + H_2$ (800-900°C; E = F, Cl, Br).
17. $Fe \xrightarrow[-H_2]{NH_3} Fe_{2+x}N\ (0 < x \le 0{,}5), Fe_3N, Fe_4N$ (350-550°C).
18. $2Fe + 3SO_2(ẩm) \xrightarrow{\tau} FeSO_3 + FeSO_3S$ (*t* thường).
19. $Fe + Fe_2O_3 = 3FeO$ (900°C).
20. $18Fe + C_6H_6 = 6Fe_3C + 3H_2$ (700°C,ckhông).
21. $Fe + 5CO = [Fe(CO)_5]$ (180-200°C).
22. $Fe + CuSO_4(dd) = FeSO_4 + Cu\downarrow$
23. $Fe + 2KOH + 3KNO_3 = K_2FeO_4 + 3KNO_2 + H_2O$ (400-420°C).
24. $Fe + 2KOH(đặc) + 2H_2O \xrightarrow{điện\ phân} 3H_2\uparrow(catôt) + K_2FeO_4(anôt)$.

### 823 FeO– SẮT(II) OXIT

Đen, phân huỷ khi đun nóng vừa phải nhưng được tái tạo khi đun nóng mạnh hơn sản phẩm phân huỷ. Dạng đã nung không hoạt động hoá học. Hợp chất không hợp thức, có vùng đồng thể $Fe_{1-x}O$ ($0,05 \le x \le 0,11$; khoáng vật viustit). Bột mịn tự cháy, không phản ứng với nước nguội. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit, natri hiđroxit (khi nấu chảy). Dễ bị oxi oxi hoá. Bị hiđro, cacbon khử. Điều chế, xem 822[19], 824[12,13], 825[1,8], 826[1].

$M = 71,85$; $d = 5,75$; $t_{nc} = 1368°C$

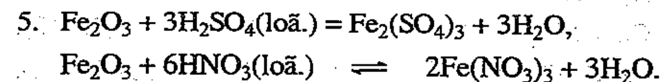
1. $4FeO = (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + Fe$ (560 -700°C).
2. $FeO(r) + 7H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_6]^{2+} + 2OH^-$; $pT_t^{25}=14,37$.
3. $FeO + 2HCl(loãng) = FeCl_2 + H_2O$.
   $FeO + 4HNO_3(đặc) = Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 2H_2O$.
4. $FeO + 4NaOH = Na_4FeO_3(đỏ) + 2H_2O$ (400-500°C).
5. $4FeO + 2nH_2O + O_2 \xrightarrow{\tau} 2(Fe_2O_3.nH_2O)$,
   $6FeO + O_2 = 2(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4$ (300-500°C).
6. $FeO + H_2S = FeS + H_2O$ (500°C).
7. $FeO + H_2 = Fe + H_2O$ (350°C).
   $FeO + C(cốc) = Fe + CO$ (trên 1000°C).

### 824. $Fe_2O_3$ – SẮT(III) OXIT

Nâu-đỏ (dạng tam tà, khoáng vật hematit) hoặc nâu thẫm (dạng lập phương có thành phần $Fe_{2,67}O_4$; $M_g = 313,11$; $d = 4,88$; có khả năng phản ứng hơn). Bền nhiệt. Không phản ứng với nước, hiđrat amoniac. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm. Bị hiđro, cacbon monoxit, sắt khử. Điều chế, xem 822[23], 825[6], 827[1], 831[1], 837[4].

$M = 159,69$; $d = 5,26$; $t_{nc} = 1562°C$.

1. $6Fe_2O_3 = 4(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + O_2$ (1200-1390°C).
2. $Fe_2O_3(r) + 13H_2O \rightleftharpoons 2[Fe(H_2O)_5(OH)]^{2+} + 4OH^-$; $pT_t^{25} = 59,39$.
3. $Fe_2O_3 + 6HCl(loãng) \xrightarrow{\tau} 2FeCl_3 + 3H_2O$.
4. $Fe_2O_3 + 6HCl(k) = 2FeCl_3 + 3H_2O$ (500°C, trg khí quyển $Cl_2$).



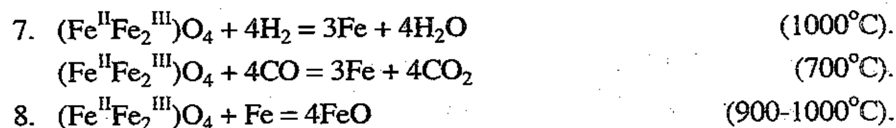
5. $Fe_2O_3 + 3H_2SO_4(loãng) = Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$,
   $Fe_2O_3 + 6HNO_3(loãng) \rightleftharpoons 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$.
6. $Fe_2O_3 + 2NaOH(đặc) = 2NaFeO_2(đỏ) + H_2O$ (600°C, $p$).
7. $Fe_2O_3 + Na_2CO_3 = 2NaFeO_2 + CO_2$ (800-900°C).
8. $Fe_2O_3 + 5Na_2O \xrightarrow{\tau} 2Na_5FeO_4$ (450-500°C).
9. $2Fe_2O_3 + 8Na_2O + O_2 = 4Na_4FeO_4$ (450°C).
10. $Fe_2O_3 + MO = (M^{II}Fe_2^{III})O_4$
    (nung; M = Mg, Cu, Ti, Mn, Fe, Ni, Zn, Cd).
11. $3Fe_2O_3 + H_2 = 2(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + H_2O$ (400°C).
    $Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$ (1050-1100°C).
12. $3Fe_2O_3 + CO = 2(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + CO_2$ (400°C).
    $Fe_2O_3 + CO = 2FeO + CO_2$ (500-600°C).
    $Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$ (700°C).
13. $Fe_2O_3 + Fe = 3FeO$ (900°C).

### 825. $(Fe^{II}Fe^{III}{}_2)O_4$– SẮT(II) SẮT(III) OXIT

Khoáng vật manhetit. Oxit kép. Đen, rất cứng, bền nhiệt. Dạng đã nung không hoạt động hoá học. Không phản ứng với nước. Hiđrat $(Fe^{II}Fe^{III}{}_2)O_4.2H_2O$ có khả năng phản ứng, được kết tinh từ dung dịch. Ở trạng thái ẩm dễ bị $O_2$ không khí oxi hoá. Phản ứng với axit, kiềm (khi nấu chảy). Bị hiđro, cacbon monooxit, sắt khử. Điều chế, xem 822[1,5,6], 824[11], 827[6].

$M = 231,54$; $d = 5,11$; $t_{nc} = 1538°C$ (phân huỷ); $pT_t^{25}=70,24$.

1. $2(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 = 6FeO + O_2$ (trên 1538°C).
2. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4.2H_2O = (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 2H_2O$ (300-400°C).
3. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 8HCl(loãng) = FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$.
4. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 10HNO_3(đặc) = 3Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 5H_2O$.
5. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 14NaOH = Na_4FeO_3 + 2Na_5FeO_4 + 7H_2O$
   (400-500°C).
6. $4(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + O_2(k.khí) = 6Fe_2O_3$ (450-600°C).

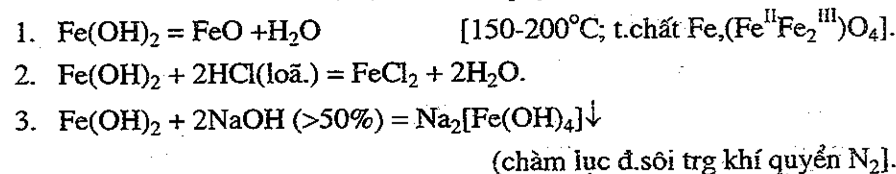


7. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 4H_2 = 3Fe + 4H_2O$ (1000°C).
$(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 4CO = 3Fe + 4CO_2$ (700°C).
8. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + Fe = 4FeO$ (900-1000°C).

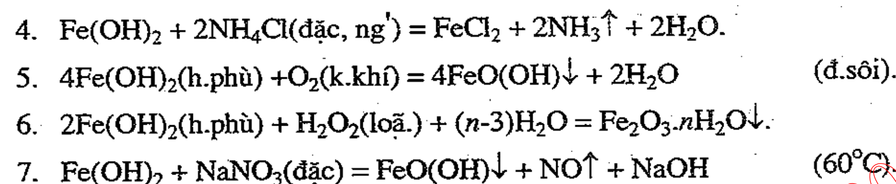
## 826. $Fe(OH)_2$ – SẮT(II) HIĐROXIT

Trắng (đôi khi với sắc lục, khoáng vật amukinit), không bền nhiệt. Dễ bị oxi hoá trong không khí, đặc biệt nhanh ở trạng thái ẩm. Không tan trong nước. Không phản ứng với hiđrat amoniac. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit loãng, kiềm đặc. Tan được nhờ tác dụng của amoni clorua. Chất khử điển hình. Điều chế, xem 822[5], 830[5], 834[5;15].

$M = 89{,}86$; $d = 3{,}4$; $pT_t^{25} = 15{,}10$.



1. $Fe(OH)_2 = FeO + H_2O$ [150-200°C; t.chất Fe,$(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4$].
2. $Fe(OH)_2 + 2HCl(loã.) = FeCl_2 + 2H_2O$.
3. $Fe(OH)_2 + 2NaOH\ (>50\%) = Na_2[Fe(OH)_4]\downarrow$
(chậm lục đ.sôi trg khí quyển $N_2$].

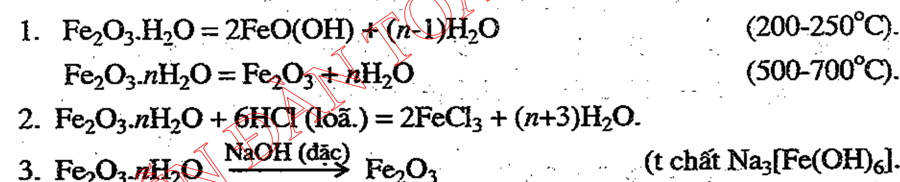


4. $Fe(OH)_2 + 2NH_4Cl(đặc, ng') = FeCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$.
5. $4Fe(OH)_2(h.phù) + O_2(k.khí) = 4FeO(OH)\downarrow + 2H_2O$ (đ.sôi).
6. $2Fe(OH)_2(h.phù) + H_2O_2(loã.) + (n\text{-}3)H_2O = Fe_2O_3.nH_2O\downarrow$.
7. $Fe(OH)_2 + NaNO_3(đặc) = FeO(OH)\downarrow + NO\uparrow + NaOH$ (60°C).

## 827. $Fe_2O_3.nH_2O$ – SẮT(III) POLIHIĐRAT OXIT

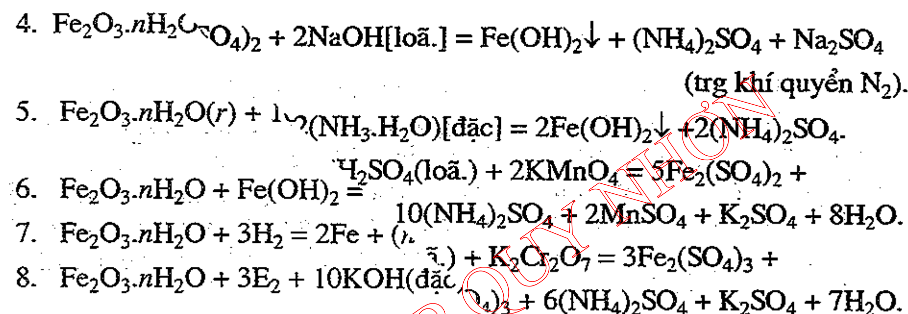
Khoáng vật limonit. Vô định hình màu nâu (được kết tủa), khi để dưới dung dịch kiềm biến thành FeO(OH); hợp chất có thành phần hợp thức $Fe(OH)_3$ không tách được. Mất nước khi đun nóng. Không tan trong nước. Không phản ứng với hiđrat amoniac. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm đặc. Chất oxi hoá yếu, chất khử yếu. Điều chế, xem 822[5], 831[6,11], 832[1], 833[5], 835[8,9].

$M = 213{,}74$(khi $n$=3); $d = 3{,}00\div 3{,}12$; $pT_t^{25} = 49{,}92$(khi $n = 3$).



1. $Fe_2O_3.H_2O = 2FeO(OH) + (n\text{-}1)H_2O$ (200-250°C).
$Fe_2O_3.nH_2O = Fe_2O_3 + nH_2O$ (500-700°C).
2. $Fe_2O_3.nH_2O + 6HCl(loã.) = 2FeCl_3 + (n{+}3)H_2O$.
3. $Fe_2O_3.nH_2O \xrightarrow{NaOH\ (đặc)} Fe_2O_3$ (t chất $Na_3[Fe(OH)_6]$.



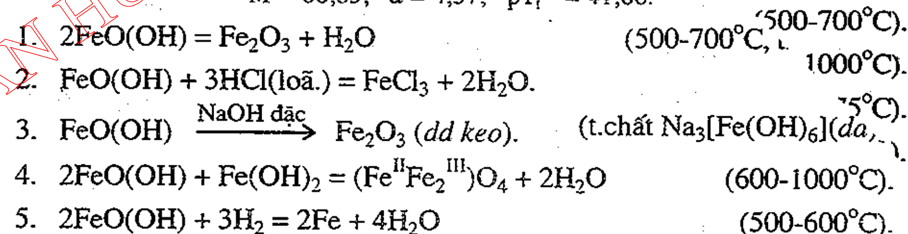


4. $Fe_2O_3.nH_2$(–$O_4)_2 + 2NaOH[loã.] = Fe(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4 + Na_2SO_4$
(trg khí quyển $N_2$).
5. $Fe_2O_3.nH_2O(r) + 1$–$(NH_3.H_2O)[đặc] = 2Fe(OH)_2\downarrow + 2(NH_4)_2SO_4$.
–$H_2SO_4(loã.) + 2KMnO_4 = 5Fe_2(SO_4)_2 +$
6. $Fe_2O_3.nH_2O + Fe(OH)_2 =$
$10(NH_4)_2SO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$.
7. $Fe_2O_3.nH_2O + 3H_2 = 2Fe + ($–
–$) + K_2Cr_2O_7 = 3Fe_2(SO_4)_3 +$
8. $Fe_2O_3.nH_2O + 3E_2 + 10KOH(đặc$–
–$)_3 + 6(NH_4)_2SO_4 + K_2SO_4 + 7H_2O$.

## 828. FeO(OH) – SẮT METAHIĐROXIT

Khoáng vật gotit. Nâu nhạt, phân huỷ khi đun –nóng. Tan nhiều trong nước nước. Không phản ứng với hiđrat amoniac. Thể –xit sunfuric đặc. Bị nước ứng với axit, kiềm, đặc. Chất oxi hoá yếu, chất khử y–á yếu. Tham gia phản 822[5], 827[1], 831[5], 835[19].

$M = 88{,}85$; $d = 4{,}37$; $pT_t^{25} = 41{,}66$.

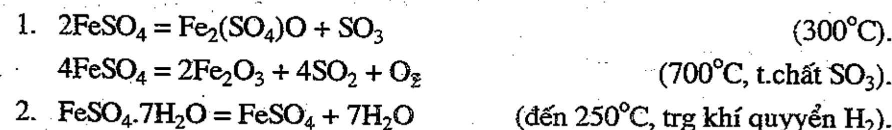


1. $2FeO(OH) = Fe_2O_3 + H_2O$ (500-700°C, – (500-700°C).
1000°C).
2. $FeO(OH) + 3HCl(loã.) = FeCl_3 + 2H_2O$.
–5°C).
3. $FeO(OH) \xrightarrow{NaOH\ đặc} Fe_2O_3$ (*dd keo*). (t.chất $Na_3[Fe(OH)_6]$(*da*,–).
4. $2FeO(OH) + Fe(OH)_2 = (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 2H_2O$ (600-1000°C).
5. $2FeO(OH) + 3H_2 = 2Fe + 4H_2O$ (500-600°C).

## 829. $FeSO_4$ – SẮT (II) SUNFAT

Trắng (tinh thể hiđrat màu lục nhạt, khoáng vật taurixit). Phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Trong dung dịch bị $O_2$ không khí oxi hoá nhanh (chậm hơn khi có mặt axit sunfuric), dung dịch trở nên vàng và đục. Bị axit nitric đặc oxi hoá. Phản ứng với kiềm , hiđrat amoniac. Chất khử điển hình. Kết hợp với nitơ monooxit. Để thực hiện phản ứng, người ta thường dùng dạng $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$. Điều chế, xem 822[2,22], 836[5].

$M = 151{,}91$; $d = 3{,}14$; $k_t = 26{,}6^{(20)}; 43{,}7^{(80)}$.



1. $2FeSO_4 = Fe_2(SO_4)O + SO_3$ (300°C).
$4FeSO_4 = 2Fe_2O_3 + 4SO_2 + O_2$ (700°C, t.chất $SO_3$).
2. $FeSO_4.7H_2O = FeSO_4 + 7H_2O$ (đến 250°C, trg khí quyển $H_2$).

## 823 FeO– SẮT(II) OXIT

Đen, phân huỷ khi đun nóng vừa phải nhưng được tái tạo khi đun nóng mạnh hơn sản phẩm phân huỷ. Dạng đã nung không hoạt động hoá học. Hợp chất không hợp thức, có vùng đồng thể $Fe_{1-x}O$ ($0,05 \le x \le 0,11$; khoáng vật viustit). Bột mịn tự cháy, không phản ứng với nước nguội. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit, natri hiđroxit (khi nấu chảy). Dễ bị oxi oxi hoá. Bị hiđro, cacbon khử. Điều chế, xem 822[19], 824[12,13], 825[1,8], 826[1].

$M = 71,85$; $d = 5,75$; $t_{nc} = 1368°C$

1. $4FeO = (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + Fe$ (560 -700°C).
2. $FeO(r) + 7H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_6]^{2+} + 2OH^-$; $pT_t^{25}$=14,37.
3. $FeO + 2HCl$(loã.) $= FeCl_2 + H_2O$.
   $FeO + 4HNO_3$(đặc) $= Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 2H_2O$.
4. $FeO + 4NaOH = Na_4FeO_3$(đỏ) $+ 2H_2O$ (400-500°C).
5. $4FeO + 2nH_2O + O_2 \xrightarrow{\tau} 2(Fe_2O_3.nH_2O)$,
   $6FeO + O_2 = 2(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4$ (300-500°C).
6. $FeO + H_2S = FeS + H_2O$ (500°C).
7. $FeO + H_2 = Fe + H_2O$ (350°C).
   $FeO + C$(cốc) $= Fe + CO$ (trên 1000°C).

## 824. $Fe_2O_3$ – SẮT(III) OXIT

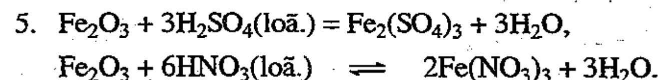
Nâu-đỏ (dạng tam tà, khoáng vật hematit) hoặc nâu thẫm (dạng lập phương có thành phần $Fe_{2,67}O_4$; $M_g = 313,11$; $d = 4,88$; có khả năng phản ứng hơn). Bền nhiệt. Không phản ứng với nước, hiđrat amoniac Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm. Bị hiđro, cacbon monoxit, sắt khử. Điều chế, xem 822[23], 825[6], 827[1], 831[1], 837[4].

$M = 159,69$; $d = 5,26$; $t_{nc} = 1562°C$.

1. $6Fe_2O_3 = 4(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + O_2$ (1200-1390°C).
2. $Fe_2O_3(r) + 13H_2O \rightleftharpoons 2[Fe(H_2O)_5(OH)]^{2+} + 4OH^-$; $pT_t^{25} = 59,39$.
3. $Fe_2O_3 + 6HCl$(loã.) $\xrightarrow{\tau} 2FeCl_3 + 3H_2O$.
4. $Fe_2O_3 + 6HCl(k) = 2FeCl_3 + 3H_2O$ (500°C,trg khí quyển$Cl_2$).







5. $Fe_2O_3 + 3H_2SO_4$(loã.) $= Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$,
   $Fe_2O_3 + 6HNO_3$(loã.) $\rightleftharpoons 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$.
6. $Fe_2O_3 + 2NaOH$(đặc) $= 2NaFeO_2$(đỏ) $+ H_2O$ (600°C, $p$).
7. $Fe_2O_3 + Na_2CO_3 = 2NaFeO_2 + CO_2$ (800-900°C).
8. $Fe_2O_3 + 5Na_2O \xrightarrow{\tau} 2Na_5FeO_4$ (450-500°C).
9. $2Fe_2O_3 + 8Na_2O + O_2 = 4Na_4FeO_4$ (450°C).
10. $Fe_2O_3 + MO = (M^{II}Fe_2^{III})O_4$
    (nung; M = Mg, Cu, Ti, Mn, Fe, Ni, Zn, Cd).
11. $3Fe_2O_3 + H_2 = 2(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + H_2O$ (400°C).
    $Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$ (1050-1100°C).
12. $3Fe_2O_3 + CO = 2(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + CO_2$ (400°C).
    $Fe_2O_3 + CO = 2FeO + CO_2$ (500-600°C).
    $Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$ (700°C).
13. $Fe_2O_3 + Fe = 3FeO$ (900°C).

## 825. $(Fe^{II}Fe^{III}{}_2)O_4$– SẮT(II) SẮT(III) OXIT

Khoáng vật manhetit. Oxit kép. Đen, rất cứng, bền nhiệt. Dạng đã nung không hoạt động hoá học. Không phản ứng với nước. Hiđrat $(Fe^{II}Fe^{III}{}_2)O_4.2H_2O$ có khả năng phản ứng, được kết tinh từ dung dịch. Ở trạng thái ẩm dễ bị $O_2$ không khí oxi hoá. Phản ứng với axit, kiềm (khí nấu chảy). Bị hiđro, cacbon monooxit, sắt khử. Điều chế, xem 822[1,5,6], 824[11], 827[6].

$M = 231,54$; $d = 5,11$; $t_{nc} = 1538°C$ (phân huỷ); $pT_t^{25}$=70,24.

1. $2(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 = 6FeO + O_2$ (trên 1538°C).
2. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4.2H_2O = (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 2H_2O$ (300-400°C).
3. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 8HCl$ (loã.) $= FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$.
4. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 10HNO_3$(đặc) $= 3Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 5H_2O$.
5. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 14NaOH = Na_4FeO_3 + 2Na_5FeO_4 + 7H_2O$
   (400-500°C).
6. $4(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + O_2$(k.khí) $= 6Fe_2O_3$ (450-600°C).

7. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 4H_2 = 3Fe + 4H_2O$ (1000°C).
$(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 4CO = 3Fe + 4CO_2$ (700°C).
8. $(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + Fe = 4FeO$ (900-1000°C).

**826. $Fe(OH)_2$ – SẮT(II) HIĐROXIT**

Trắng (đôi khi với sắc lục, khoáng vật amukinit), không bền nhiệt. Dễ bị oxi hoá trong không khí, đặc biệt nhanh ở trạng thái ẩm. Không tan trong nước. Không phản ứng với hiđrat amoniac. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit loãng, kiềm đặc. Tan được nhờ tác dụng của amoni clorua. Chất khử điển hình. Điều chế, xem 822[5], 830[5], 834[5,15].

$M = 89{,}86$; $d = 3{,}4$; $pT_t^{25} = 15{,}10$.

1. $Fe(OH)_2 = FeO + H_2O$ [150-200°C; t.chất Fe,$(Fe^{II}Fe_2^{III})O_4$].
2. $Fe(OH)_2 + 2HCl$(loã.) $= FeCl_2 + 2H_2O$.
3. $Fe(OH)_2 + 2NaOH$ (>50%) $= Na_2[Fe(OH)_4]\downarrow$
(chậm lục đ.sôi trg khí quyển $N_2$].
4. $Fe(OH)_2 + 2NH_4Cl$(đặc, ng') $= FeCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$.
5. $4Fe(OH)_2$(h.phù) $+O_2$(k.khí) $= 4FeO(OH)\downarrow + 2H_2O$ (đ.sôi).
6. $2Fe(OH)_2$(h.phù) $+ H_2O_2$(loã.) $+ (n\text{-}3)H_2O = Fe_2O_3.nH_2O\downarrow$.
7. $Fe(OH)_2 + NaNO_3$(đặc) $= FeO(OH)\downarrow + NO\uparrow + NaOH$ (60°C).

**827. $Fe_2O_3.nH_2O$ – SẮT(III) POLIHIĐRAT OXIT**

Khoáng vật limonit. Vô định hình màu nâu (được kết tủa), khi để dưới dung dịch kiềm biến thành FeO(OH); hợp chất có thành phần hợp thức $Fe(OH)_3$ không tách được. Mất nước khi đun nóng. Không tan trong nước. Không phản ứng với hiđrat amoniac. Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm đặc. Chất oxi hoá yếu, chất khử yếu. Điều chế, xem 822[5], 831[6,11], 832[1], 833[5], 835[8,9].

$M = 213{,}74$(khi $n$=3); $d = 3{,}00 \div 3{,}12$; $pT_t^{25} = 49{,}92$(khi $n = 3$).

1. $Fe_2O_3.H_2O = 2FeO(OH) + (n\text{-}1)H_2O$ (200-250°C).
$Fe_2O_3.nH_2O = Fe_2O_3 + nH_2O$ (500-700°C).
2. $Fe_2O_3.nH_2O + 6HCl$(loã.) $= 2FeCl_3 + (n+3)H_2O$.
3. $Fe_2O_3.nH_2O \xrightarrow{NaOH\ (đặc)} Fe_2O_3$ (t chất $Na_3[Fe(OH)_6]$.



4. $Fe_2O_3.nH_2O$(h.phù) $+ 8NaOH(r) = 2Na_4[Fe(H_2O)(OH)_7]$(trắng) +
$+ (n\text{-}5)H_2O$. (70°C).
5. $Fe_2O_3.nH_2O(r) + 10NaOH(r) = 2Na_5[Fe(OH)_8] + (n\text{-}3)H_2O$.
(75°C,trg luồng $N_2$).
6. $Fe_2O_3.nH_2O + Fe(OH)_2 = (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + (n+1)H_2O$ (600-1000°C).
7. $Fe_2O_3.nH_2O + 3H_2 = 2Fe + (n+3)H_2O$ (500-600°C).
8. $Fe_2O_3.nH_2O + 3E_2 + 10KOH$(đặc) $= 2K_2FeO_4 + 6KE + (n+5)H_2O$
(45-55°C; E = Cl,Br).

**828. FeO(OH) – SẮT METAHIĐROXIT**

Khoáng vật gotit. Nâu nhạt, phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước. Không phản ứng với hiđrat amoniac, Thể hiện lưỡng tính: phản ứng với axit, kiềm, đặc. Chất oxi hoá yếu, chất khử yếu. Điều chế, xem 822[5], 827[1], 831[5], 835[f9].

$M = 88{,}85$; $d = 4{,}37$; $pT_t^{25} = 41{,}66$.

1. $2FeO(OH) = Fe_2O_3 + H_2O$ (500-700°C, trg k.khí).
2. $FeO(OH) + 3HCl$(loã.) $= FeCl_3 + 2H_2O$.
3. $FeO(OH) \xrightarrow{NaOH\ đặc} Fe_2O_3$ (*dd keo*). (t.chất $Na_3[Fe(OH)_6]$(*dd*)).
4. $2FeO(OH) + Fe(OH)_2 = (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4 + 2H_2O$ (600-1000°C).
5. $2FeO(OH) + 3H_2 = 2Fe + 4H_2O$ (500-600°C).

**829. $FeSO_4$ – SẮT (II) SUNFAT**

Trắng (tinh thể hiđrat màu lục nhạt, khoáng vật taurixit). Phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Trong dung dịch bị $O_2$ không khí oxi hoá nhanh (chậm hơn khi có mặt axit sunfuric), dung dịch trở nên vàng và đục. Bị axit nitric đặc oxi hoá. Phản ứng với kiềm , hiđrat amoniac. Chất khử điển hình. Kết hợp với nitơ monooxit. Để thực hiện phản ứng, người ta thường dùng dạng $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$. Điều chế, xem 822[2,22], 836[5].

$M = 151{,}91$; $d = 3{,}14$; $k_t = 26{,}6^{(20)}; 43{,}7^{(80)}$.

1. $2FeSO_4 = Fe_2(SO_4)O + SO_3$ (300°C).
$4FeSO_4 = 2Fe_2O_3 + 4SO_2 + O_2$ (700°C, t.chất $SO_3$).
2. $FeSO_4.7H_2O = FeSO_4 + 7H_2O$ (đến 250°C, trg khí quyển $H_2$).

3. $FeSO_4$(loã.) $+6H_2O = [Fe(H_2O)_6]^{2+} + SO_4^{2-}$.
$[Fe(H_2O)_6]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_5(OH)]^+ + H_3O^+$; $pK_a$=6,74.
4. $2FeSO_4 + H_2SO_4$(đặc) $+ 2HNO_3$(đặc) $= Fe_2(SO_4)_3 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ (95-100°C).
5. $FeSO_4 + 2NaOH$(loã.) $= Fe(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ (trg khí quyển $N_2$).
$FeSO_4 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= Fe(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$.
6. $4FeSO_4 + O_2$(k.khí) $+ 2H_2O \xrightarrow{\tau} 4FeSO_4(OH)\downarrow$.
7. $FeSO_4$(b.hoà) + $M_2SO_4$(b.hoà) $+ 6H_2O = M_2Fe(SO_4)_2.6H_2O\downarrow$
8. $2FeSO_4$(đặc) $+ CuSO_4 = Cu\downarrow + Fe_2(SO_4)_3$.
9. $10FeSO_4 + 8H_2SO_4$(loã.) $+ 2KMnO_4 = 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 +$
$+ 8H_2O + K_2SO_4$.
10. $2FeSO_4 + H_2SO_4$(loã.) $+ H_2O_2$(đặc) $= Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$.
$6FeSO_4$(đặc) $+ 4H_2SO_4$(đặc) $+ 2KNO_3 = 3Fe_2(SO_4)_3 + 2NO\uparrow +$
$+ 4H_2O + K_2SO_4$. (đ.sôi).
11. $FeSO_4 + NO + 5H_2O \xrightarrow{\tau} [Fe(NO^+)(H_2O)_5]SO_4$(nâu) ($t$ thường).

**830. $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ – SẮT(II) ĐIAMONI SUNFAT**

Muối Mo (Mohr). Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Dung dịch ít nhạy cảm hơn với tác dụng của oxi không khí (khác với $FeSO_4$). Tan nhiều trong nước, (bị thuỷ phân ở cation sắt (II). Phản ứng với axit nitric, kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử điển hình. Điều chế, xem 829[8].

$M$ = 284,05; $d$ = 1,864(t.thể); $k_t$ = 26,4$^{(20)}$; 52$^{(70)}$.

1. $2Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 = Fe_2(SO_4)O + SO_3 + 2NH_4HSO_4 + 2NH_3$. (300°C).
2. $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O = Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 + 6H_2O$ (100°C).
3. $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$(loã.) $+ 6H_2O = [Fe(H_2O)_6]^+ + 2NH_4^+ + 2SO_4^{2-}$
(pH < 7, xem 829[3]).
4. $2Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 + H_2SO_4$(loã.) $+ 2HNO_3$(đặc) $= Fe_2(SO_4)_3 +$
$+ 2(NH_4)_2SO_4 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ (đ.sôi).



5. $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 + 2NaOH$[loã.] $= Fe(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4 + Na_2SO_4$
(trg khí quyển $N_2$).
$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= 2Fe(OH)_2\downarrow + 2(NH_4)_2SO_4$.
6. $10Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 + 8H_2SO_4$(loã.) $+ 2KMnO_4 = 5Fe_2(SO_4)_2 +$
$+ 10(NH_4)_2SO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$.
$6Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 + 7H_2SO_4$(loã.) $+ K_2Cr_2O_7 = 3Fe_2(SO_4)_3 +$
$+ Cr_2(SO_4)_3 + 6(NH_4)_2SO_4 + K_2SO_4 + 7H_2O$.

**831. $Fe_2(SO_4)_3$ – SẮT(III) SUNFAT**

Trắng (đôi khi vàng nhạt), phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân ở cation). Không tan trong axit sunfuric đặc. Bị nước nóng, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Chất oxi hoá yếu. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 824[5], 833[4], 836[4], 837[3].

$M$ = 399,88; $d$ = 3,097; $k_t$ = 440$^{(18-25)}$.

1. $Fe_2(SO_4)_3 = Fe_2O_3 + 3SO_3$ (500-700°C).
$2Fe_2(SO_4)_3 = 2Fe_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2$ (900-1000°C).
2. $Fe_2(SO_4)_3.9H_2O = Fe_2(SO_4)_3 + 9H_2O$ (70-175°C).
3. $Fe_2(SO_4)_3 + 12H_2O = 2[Fe(H_2O)_6]^{3+} + 3SO_4^{2-}$ (trg $H_2SO_4$ 50%).
a) $[Fe(H_2O)_6]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_5(OH)]^{2+}$(vàng) $+ H_3O^+$;
$pK_a$ = 2,17.
$[Fe(H_2O)_5(OH)]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_4(OH)_2]^+$(vàng) $+H_3O^+$;
$pK_a$ = 3,26.
b) $2[Fe(H_2O)_6]^{3+} + 2H_2O \rightleftharpoons [Fe_2(H_2O)_8(OH)_2]^{4+}$ (vàng) +
$+ 2H_3O^+$; $pK_c$= 3,26.
4. $Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O = 2FeSO_4(OH)\downarrow + H_2SO_4$ (150°C,$p$).
5. $Fe_2(SO_4)_3 + 2NaOH$(loã.) $= 2FeSO_4(OH)\downarrow + Na_2SO_4$.
$Fe_2(SO_4)_3 + 6NaOH$(15-20%) $= 2FeO(OH)\downarrow + 3Na_2SO_4 + 2H_2O$
(đ.sôi).
6. $Fe_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O) + (n-3)H_2O = Fe_2O_3.nH_2O\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$.
7. $Fe_2(SO_4)_3 + FeSO_4 + 8NaOH$(loã.) $= (Fe^{II}Fe_2^{III})O_4\downarrow + 4Na_2SO_4 +$
$+ 4H_2O$. (đ.sôi)

8. $Fe_2(SO_4)_3$(đặc) + $M_2SO_4$(đặc) + $24H_2O$ = $2[MFe(SO_4)_2.12H_2O]\downarrow$
($0^oC$; M = $K^+$, $Rb^+$, $Cs^+$, $NH_4^+$).

9. $Fe_2(SO_4)_3 + 2NaH_2PO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2SO_4 + 2FePO_4\downarrow$(heterozit).

10 $Fe_2(SO_4)_3 + H[SnCl_3] + 3HCl$(đặc) = $2FeSO_4 + H_2[SnCl_6] + H_2SO_4$.
$Fe_2(SO_4)_3 + 2H^0$(Fe, $H_2SO_4$ loãng) = $2FeSO_4 + H_2SO_4$.

### 832. $NaFeO_2$ – NATRI ĐIOXOFERAT(III)

Lục với sắc nâu, nóng chảy không phân huỷ. Phản ứng với nước, axit, oxit và peoxit của natri. Bị oxi, halogen oxi hoá trong môi trường kiềm. Điều chế, xem 824[6,7].

$M$ = 110,84; $d$ = 4,05; $t_{nc}$= 1350°C.

1. $2NaFeO_2 + (n+1)H_2O$(ngu.) $\xrightarrow{\tau}$ $Fe_2O_3.nH_2O\downarrow + 2NaOH$.
2. $NaFeO_2 + H_2O = FeO(OH)\downarrow + NaOH$. (đ.sôi).
3. $NaFeO_2 + 4HCl$(loãng) = $FeCl_3 + NaCl + 2H_2O$.
4. $NaFeO_2 + 2Na_2O \xrightarrow{\tau} Na_5FeO_4$. (500°C, trg khí quyển $N_2$).
$4NaFeO_2 + 6Na_2O + O_2$(k.khí) = $4Na_4FeO_4$. (400°C).
5. $2NaFeO_2 + 3Na_2O_2 = 2Na_2FeO_4 + 2Na_2O$
(500°C,trg NaOH nóng chảy).
6. $2NaFeO_2 + 3E_2 + 8NaOH$(đặc) = $2Na_2FeO_4 + 6NaE + 4H_2O$
(50-60°C; E = Cl, Br).

### 833. $K_2FeO_4$ – KALI FERAT

Tím-đỏ, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước khi có mặt kim. Chất oxi hoá mạnh; phản ứng với nước sôi, axit, kiềm, hiđrat amoniac. Điều chế, xem 822[23,24], 827[8].

$M$ = 198,04.

1. $2K_2FeO_4 = K_3FeO_4 + KFeO_2 + O_2$. (500-700°C, t.chất $Fe_2O_3$).
2. $K_2FeO_4 + 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + FeO_4^{2-}$. (trg KOH loãng).
3. $4K_2FeO_4 + 6H_2O = 4FeO(OH)\downarrow + 8KOH + 3O_2\uparrow$. (đ.sôi).
4. $4K_2FeO_4 + 10H_2SO_4$(loãng) = $2Fe_2(SO_4)_3 + 3O_2\uparrow + 4K_2SO_4 + 10H_2O$. (đ.sôi).
5. $4K_2FeO_4 + 4KOH = 4K_3FeO_4 + O_2 + 2H_2O$. (400-500°C).
6. $2K_2FeO_4 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] = $2FeO(OH)\downarrow + N_2\uparrow + 4KOH + 2H_2O$. (đ.sôi).
7. $4K_2FeO_4(dd) + 3Cr(OH)_2 = 4FeO(OH)\downarrow + 3K_2CrO_4 + 2KOH$.(đ.sôi).
8. $K_2FeO_4 + H_2O + BaCl_2 = BaFeO_4.H_2O\downarrow$(đỏ) + 2KCl.

### 834. $FeCl_2$ – SẮT(II) CLORUA

Khoáng vật laurenxit. Trắng (tinh thể hiđrat có màu lục), nóng chảy và sôi không phân huỷ. Bay hơi trong luồng HCl khi đun nóng, trong khí ở dạng đime $Fe_2Cl_4$. Trở nên vàng trong không khí vì bị oxi hoá. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân ở cation), axit clohiđric. Bị nước sôi, axit, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Chất khử điển hình; khi để dung dịch bị oxi tan trong nước oxi hoá. Bị hiđro khử. Tham gia những phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem 822[2,16], 823[3], 826[2,4], 835[14,18].

$M$ = 126,75; $d$ = 3,162; $t_{nc}$ = 674°C; $t_s$=1023°C; $k_t$ = 68,5[(20)];90,7[(80)]

1. $FeCl_2.4H_2O = FeCl_2 + 4H_2O$ (220°C,trg khí quyển $N_2$).
2. $FeCl_2$(loãng) + $6H_2O$(ngu.) = $[Fe(H_2O)_6]^{2+} + 2Cl^-$ (pH <7, xem 829[3]).
3. $FeCl_2 + H_2O = FeCl(OH)\downarrow + HCl$ (đ.sôi).
4. $FeCl_2(r) + H_2SO_4$(đặc,ng') = $FeSO_4 + 2HCl\uparrow$.
$FeCl_2 + 4HNO_3$(đặc) = $Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 2HCl\uparrow + H_2O$ (đ.sôi).
5. $FeCl_2 + 2NaOH$(loãng) = $Fe(OH)_2\downarrow + 2NaCl$ (trg khí quyển $N_2$).
$FeCl_2 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] = $Fe(OH)_2\downarrow + 2NH_4Cl$
(80°C, trg khí quyển $N_2$).
6. $4FeCl_2 + 3O_2 = 2Fe_2O_3 + 4Cl_2$ (450- 480°C).
7. $4FeCl_2 + 6H_2O + O_2 = 4FeO(OH)\downarrow + 8HCl\uparrow$ (đ.sôi).
8. $FeCl_2 + H_2 = Fe + 2HCl$ (>500°C).
9. $2FeCl_2(dd) + Cl_2 = 2FeCl_3$.
10. $FeCl_2 + Na_2S = FeS\downarrow + 2NaCl$.
11. $FeCl_2$(b.hoà) + $(NH_4)_2CO_3$(b.hoà) = $FeCO_3\downarrow$(xiđerit) + $2NH_4Cl$.
(0-10°C, trg khí quyển $CO_2$).

8. $Fe_2(SO_4)_3$(đặc) + $M_2SO_4$(đặc) + $24H_2O$ = $2[MFe(SO_4)_2.12H_2O]\downarrow$
($0^oC$; M = $K^+$, $Rb^+$, $Cs^+$, $NH_4^+$).

9. $Fe_2(SO_4)_3 + 2NaH_2PO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2SO_4 + 2FePO_4\downarrow$(heterozit).

10 $Fe_2(SO_4)_3 + H[SnCl_3] + 3HCl$(đặc) = $2FeSO_4 + H_2[SnCl_6] + H_2SO_4$.
$Fe_2(SO_4)_3 + 2H^0$(Fe, $H_2SO_4$ loãng) = $2FeSO_4 + H_2SO_4$.

## 832. $NaFeO_2$ – NATRI ĐIOXOFERAT(III)

Lục với sắc nâu, nóng chảy không phân huỷ. Phản ứng với nước, axit, oxit và peoxit của natri. Bị oxi, halogen oxi hoá trong môi trường kiềm. Điều chế, xem 824[6,7].

$M$ = 110,84; $d$ = 4,05; $t_{nc}$= 1350°C.

1. $2NaFeO_2 + (n+1)H_2O$(ngu.) $\xrightarrow{t}$ $Fe_2O_3.nH_2O\downarrow + 2NaOH$.
2. $NaFeO_2 + H_2O = FeO(OH)\downarrow + NaOH$. (đ.sôi).
3. $NaFeO_2 + 4HCl$(loãng) = $FeCl_3 + NaCl + 2H_2O$.
4. $NaFeO_2 + 2Na_2O \xrightarrow{t} Na_5FeO_4$. (500°C, trg khí quyển $N_2$).
$4NaFeO_2 + 6Na_2O + O_2$(k.khí) = $4Na_4FeO_4$. (400°C).
5. $2NaFeO_2 + 3Na_2O_2 = 2Na_2FeO_4 + 2Na_2O$
(500°C,trg NaOH nóng chảy).
6. $2NaFeO_2 + 3E_2 + 8NaOH$(đặc) = $2Na_2FeO_4 + 6NaE + 4H_2O$
(50-60°C, E = Cl, Br).

## 833. $K_2FeO_4$ – KALI FERAT

Tím-đỏ, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước khi có mặt kiềm. Chất oxi hoá mạnh; phản ứng với nước sôi, axit, kiềm, hiđrat amoniac. Điều chế, xem 822[23,24], 827[8].

$M$ = 198,04.

1. $2K_2FeO_4 = K_3FeO_4 + KFeO_2 + O_2$. (500-700°C, t.chất $Fe_2O_3$).
2. $K_2FeO_4 + 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + FeO_4^{2-}$. (trg KOH loãng).
3. $4K_2FeO_4 + 6H_2O = 4FeO(OH)\downarrow + 8KOH + 3O_2\uparrow$. (đ.sôi).
4. $4K_2FeO_4 + 10H_2SO_4$(loãng) = $2Fe_2(SO_4)_3 + 3O_2\uparrow + 4K_2SO_4 + 10H_2O$.
(đ.sôi).
5. $4K_2FeO_4 + 4KOH = 4K_3FeO_4 + O_2 + 2H_2O$. (400-500°C).
6. $2K_2FeO_4 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] = $2FeO(OH)\downarrow + N_2\uparrow + 4KOH + 2H_2O$.
(đ.sôi).
7. $4K_2FeO_4(dd) + 3Cr(OH)_2 = 4FeO(OH)\downarrow + 3K_2CrO_4 + 2KOH$.(đ.sôi).
8. $K_2FeO_4 + H_2O + BaCl_2 = BaFeO_4.H_2O\downarrow$(đỏ) + 2KCl.

## 834. $FeCl_2$ – SẮT(II) CLORUA

Khoáng vật laurenxit. Trắng (tinh thể hiđrat có màu lục), nóng chảy và sôi không phân huỷ. Bay hơi trong luồng HCl khi đun nóng, trong khí ở dạng đime $Fe_2Cl_4$. Trở nên vàng trong không khí vì bị oxi hoá. Tan nhiều trong nước nguội (bị thuỷ phân ở cation), axit clohiđric. Bị nước sôi, axit, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Chất khử điển hình; khi để dung dịch bị oxi tan trong nước oxi hoá. Bị hiđro khử. Tham gia những phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem 822[2,16], 823[3], 826[2,4], 835[14,18].

$M$ = 126,75; $d$ = 3,162; $t_{nc}$= 674°C; $t_s$=1023°C; $k_t$= 68,5$^{(20)}$;90,7$^{(80)}$

1. $FeCl_2.4H_2O = FeCl_2 + 4H_2O$ (220°C,trg khí quyển $N_2$).
2. $FeCl_2$(loãng) + $6H_2O$(ngu.) = $[Fe(H_2O)_6]^{2+} + 2Cl^-$ (pH <7, xem 829[3]).
3. $FeCl_2 + H_2O = FeCl(OH)\downarrow + HCl$ (đ.sôi).
4. $FeCl_2(r) + H_2SO_4$(đặc,ng') = $FeSO_4 + 2HCl\uparrow$.
$FeCl_2 + 4HNO_3$(đặc) = $Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 2HCl\uparrow + H_2O$ (đ.sôi).
5. $FeCl_2 + 2NaOH$(loãng) = $Fe(OH)_2\downarrow + 2NaCl$ (trg khí quyển $N_2$).
$FeCl_2 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] = $Fe(OH)_2\downarrow + 2NH_4Cl$
(80°C, trg khí quyển $N_2$).
6. $4FeCl_2 + 3O_2 = 2Fe_2O_3 + 4Cl_2$ (450- 480°C).
7. $4FeCl_2 + 6H_2O + O_2 = 4FeO(OH)\downarrow + 8HCl\uparrow$ (đ.sôi).
8. $FeCl_2 + H_2 = Fe + 2HCl$ (>500°C).
9. $2FeCl_2(dd) + Cl_2 = 2FeCl_3$.
10. $FeCl_2 + Na_2S = FeS\downarrow + 2NaCl$.
11. $FeCl_2$(b.hoà) + $(NH_4)_2CO_3$(b.hoà) = $FeCO_3\downarrow$(xiđerit) + $2NH_4Cl$.
(0-10°C, trg khí quyển $CO_2$).

12. $5FeCl_2 + 8HCl$(loã.) $+ KMnO_4 = 5FeCl_3 + MnCl_2 + 4H_2O + KCl$,
$6FeCl_2 + 14HCl$(loã.) $+ K_2Cr_2O_7 = 6FeCl_3 + 2CrCl_3 + 7H_2O + 2KCl$.

13. $FeCl_2 + 2Na(C_2H_5) = [Fe(C_2H_5)_2] + 2NaCl\downarrow$ (trg rượu etylic).

14. $FeCl_2 \xrightarrow{\text{MCl b.hoà}} M[FeCl_3], M_2[FeCl_4] (M = Na^+, K^+, Rb^+, NH_4^+, Ti^+)$.

15. $3FeCl_2 + 6KCN$(loã.) $= 6KCl + (Fe^{2+})_2[Fe(CN)_6]\downarrow$(trg khí quyển $N_2$),
$FeCl_2 + 6KCN$(đặc) $= K_4[Fe(CN)_6] + 2KCl$.

16. $FeCl_2 + K_3[Fe(CN)_6] = K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6]\downarrow + 2KCl$.

17. $FeCl_2(dd) \xrightarrow{\text{điện phân}} Fe\downarrow$(catôt) $+ Cl_2\uparrow$(anôt) (90°C, trg HCl loã.).

## 835. $FeCl_3$ – SẮT (III) CLORUA

Khoáng vật molizit. Nâu-đen (đỏ thẫm trong ánh sáng chuyền qua, lục trong ánh sáng phản chiếu). Khi đun nóng nóng chảy (chất lỏng đỏ), sôi và phân huỷ; trong chất lỏng và hơi ở dạng đime $Fe_2Cl_6$. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit clohiđric. Tinh thể hiđrat $FeCl_3.6H_2O$ có cấu tạo $[Fe(H_2O)_4Cl_2]Cl.H_2O$. Phản ứng với nước sôi, kiềm. Chất oxi hoá yếu, chất khử yếu. Tham gia những phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem $822^8$, $824^{3,4}$, $827^2$, $834^9$.

$M = 162{,}21$; $d = 2{,}898$; $t_m = 307{,}5°C(p)$;
$t_s = 316°C$ (phân huỷ); $k_t = 91{,}9^{(20)}$; $526^{(80)}$.

1. $2FeCl_3 \rightleftharpoons 2FeCl_2 + Cl_2$ (500°C).

2. $FeCl_3.6H_2O$(vàng nâu) $= [Fe(H_2O)_4Cl_2]Cl + 2H_2O$ (37°C),
$2\{FeCl_3.6H_2O\} = Fe_2O_3 + 6HCl + 9H_2O$ (trên 250°C).

3. $2FeCl_3$(đặc) $+ 4H_2O$(ngu.) $= [Fe(H_2O)_4Cl_2]^+$(vàng) $+ [FeCl_4]^-$.

4. $FeCl_3$ (đặc) $+ 4H_2O$ (ngu.) $= [Fe(H_2O)_4Cl_2]^+ + Cl^-$,
a) $[Fe(H_2O)_4Cl_2]^+ + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_5Cl]^{2+}$(vàng) $+ Cl^-$; $pK_{kbê} = 0{,}30$
$[Fe(H_2O)_5Cl]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_6]^{3+} + Cl^-$; $pK_{kbê} = 1{,}48$,
b) $[Fe(H_2O)_5Cl]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_4Cl(OH)]^+ + H_3O^+$; $pK_a = 3{,}05$.

5. $FeCl_3 + 2H_2O(ng') = FeCl(OH)_2\downarrow + 2HCl$,
$2FeCl_3 + 3H_2O$(hơi) $= Fe_2O_3 + 6HCl$ (350-500°C).

6. $FeCl_3 + HCl$(đặc) $+ H_2O = H[FeCl_4] + H_2O = [FeCl_4]^- + H_3O^+$.



a) $[FeCl_4]^- + 2H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_2Cl_4]^-$;
b) $[Fe(H_2O)_2Cl_4]^- + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_3Cl_3]$(vàng) $+ Cl^-$; $\lg K_b = 1{,}63$.

7. $2FeCl_3(r) + 3H_2SO_4$(đặc, ng') $= Fe_2(SO_4)_3 + 6HCl\uparrow$.

8. $2FeCl_3 + 6NaOH$(loã., ng') $+ (n-3)H_2O = Fe_2O_3.nH_2O\downarrow + 6NaCl$,
$2FeCl_3 + 3BaCl_2 + 12NaOH(29\text{-}33\%) = Ba_3[Fe(OH)_6]_2\downarrow + 12NaCl$ (đ.sôi).
$FeCl_3 + 2BaCl_2 + 7NaOH(50\%) = Ba_2[Fe(OH)_7]\downarrow + 7NaCl$ (đ.sôi).

9. $2FeCl_3 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] $+ (n-3)H_2O = Fe_2O_3.nH_2O\downarrow + 6NH_4Cl$.

10. $4FeCl_3 + 3O_2$(k khí) $= 2Fe_2O_3 + 6Cl_2$ (350-500°C).

11. $FeCl_3 \xrightarrow{KCl} K[FeCl_4], K_2[FeCl_5]$ (350°C, trg khí quyển $Cl_2$).
$2FeCl_3 + 3CsCl = Cs_3[Fe_2Cl_9]$ (400°C, trg khí quyển $Cl_2$).

12. $5FeCl_3$(khan) $+ FeCl_3.6H_2O = 6Fe(Cl)O + 12HCl$ (250-300°C).

13. $2FeCl_3 + 2KI = 2FeCl_2 + I_2\downarrow + 2KCl$ (khi nguội có t.chất $FeCl_3$).
$2FeCl_3 + 3Na_2S = 2FeS\downarrow + S\downarrow + 6NaCl$ (khi nguội có t.chất $Fe_2S_3$).

14. $2FeCl_3 + H_2 = 2FeCl_2 + 2HCl$ (250-300°C).
$2FeCl_3 + Fe = 3FeCl_2\downarrow$ (đ.sôi trg tetrahiđrofuran).

15. $FeCl_3 + Al = Fe + AlCl_3$ (200°C).
$2FeCl_3 + 3M = 2Fe + 3MCl_2$ (300-400°C, M = Mg, Zn).

16. $2FeCl_3 + 2H_2O + SO_2 = 2FeCl_2 + H_2SO_4 + 2HCl$,
$2FeCl_3 + 2H_2S = Fe(S_2) + FeCl_2 + 4HCl$ (600°C).

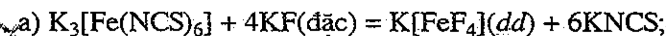
17. $2FeCl_3 + HCl$(đặc) $+ H[SnCl_3] = 2FeCl_2 + H_2[SnCl_6]$.

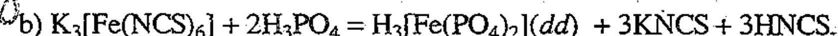
18. $2FeCl_3 + 6KCN$(loã.) $= (Fe^{3+})[Fe(CN)_6] + 6KCl$,
$FeCl_3 + 6KCN$(đặc) $= K_3[Fe(CN)_6] + 3KCl$.

19. $FeCl_3 + K_4[Fe(CN)_6] = K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6]\downarrow + 3KCl$.

20. $FeCl_3 + nKNCS$(loã.) $+ mH_2O = [Fe(H_2O)_m(NCS)_n]Cl_{3-n}$(đỏ) $+ nKCl$
($m+n = 6$, $n = 1\div3$).

21. $FeCl_3 + nKNCS$(đặc) $+ mH_2O = K_{n-3}[Fe(H_2O)_m(NCS)_n]$(đỏ) $+ 3KCl$
($m+n = 6$, $n = 3\div6$).


a) $K_3[Fe(NCS)_6] + 4KF$(đặc) $= K[FeF_4]$(*dd*) $+ 6KNCS$;


b) $K_3[Fe(NCS)_6] + 2H_3PO_4 = H_3[Fe(PO_4)_2]$(*dd*) $+ 3KNCS + 3HNCS$.

## 836. FeS – SẮT(II) SUNFUA

Xám thẫm với sắc lục (gần như đen), bền nhiệt, phân huỷ khi nung. Là hợp chất không hợp thức, có vùng đồng thể $Fe_{1-x}S$ ($0,1 \le x \le 0,2$; Khoáng vật pirotin). Nhạy cảm với oxi không khí ở trạng thái ẩm. Không phản ứng với nước, hiđrat amoniac. Bị axit phân huỷ. Điều chế, xem 822[11], 834[10], 835[13].

$M = 87,91$; $d = 4,62$; $t_{nc} = 1195°C$; $pT_t^{25} = 16,47$.

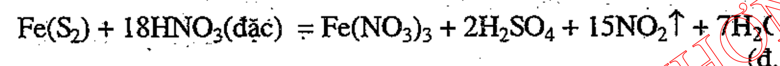
1. $FeS = Fe + S$ (trên 700°C).
2. $FeS + 2HCl$ (loã.) $= FeCl_2 + H_2S\uparrow$ (khi có mặt Fe, t.chất $H_2$).
3. $FeS + 2CH_3COOH$ (đặc) $= Fe(CH_3COO)_2 + H_2S\uparrow$.
4. $2FeS + H_2SO_4$ (đặc) $+ 18HNO_3 = Fe_2(SO_4)_3 + 18NO_2\uparrow + 10H_2O$.
5. $FeS$ (ẩm) $+ 2O_2$ (k.khí) $\xrightarrow{\tau} FeSO_4$ (t.chất S, $Fe_2O_3.nH_2O$).
6. $FeS$ (h.phù) $+ H_2O \rightleftharpoons Fe(HS)OH$(*dd*) (trg KOH loã.).
7. $2FeS + S + K_2S = 2K[FeS_2]$(đỏ) [950-1000°C].
8. $2FeS + S + CuS = 2(Fe^{III}Cu^{I})S_2$(chancopirit) [800-1000°C].
   $2(Fe^{III}Cu^{I})S_2 + 5O_2 + 2SiO_2 = 2Cu + 2FeSiO_3 + 4SO_2$ (1000°C).

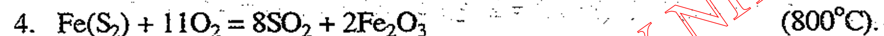
## 837. Fe(S₂) – SẮT(II) ĐISUNFUA

Vàng nhạt (dạng α tà phương) hoặc vàng thẫm (dạng β lập phương). Bền nhiệt. Không tan trong nước. Không phản ứng với axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit là chất oxi hoá phân huỷ. Bị oxi hoá khi nung trong không khí. Trong công nghiệp người ta dùng những khoáng vật marcazit (α) và pirit (β). Điều chế, xem 835[16].

$M = 119,98$; $d = 4,9(\alpha)$; $5,02(\beta)$; $t_{nc} = 743°C$); $t(\alpha \to \beta) > 365°C$.

1. $Fe(S_2) = FeS + S$ (trên 1170°C, c.không).
2. $Fe(S_2) + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)]^{2+} + S_2^{2-}$; $pT_t^{25} = 26,27(\beta)$
3. $2Fe(S_2) + 14H_2SO_4$(đặc) $= Fe_2(SO_4)_3 + 15SO_2\uparrow + 14H_2O$ (đ.sôi).


$Fe(S_2) + 18HNO_3$(đặc) $= Fe(NO_3)_3 + 2H_2SO_4 + 15NO_2\uparrow + 7H_2O$ (đ.


4. $Fe(S_2) + 11O_2 = 8SO_2 + 2Fe_2O_3$ (800°C).

## 838. Fe₃C – TRISẮT CACBUA

Xementit. Xám, tương đối cứng, bền nhiệt. Có trong hợp kim của sắt với cacbon (sắt kĩ thuật). Không phản ứng với nước, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit phân huỷ, phản ứng với oxi. Điều chế, xem 822[20].

$M = 179,55$; $d = 7,66$; $t_{nc} = 1650°C$ (phân huỷ).

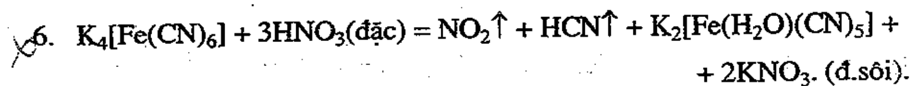
1. $Fe_3C = 3Fe + C$ [trên 1650°C].
2. $Fe_3C + 6HCl$(đặc) $= 3FeCl_2 + C$(t.chì)$\downarrow + 3H_2\uparrow$.
3. $Fe_3C + 22HNO_3$(đặc) $= 3Fe(NO_3)_3 + CO_2\uparrow + 13NO_2 + 11H_2O$.
4. $Fe_3C + 3O_2 = (Fe^{II}Fe^{III}{}_2)O_4 + CO_2$ (600-700°C)
   $4Fe_3C + (Fe^{II}Fe^{III}{}_2)O_4 = 15Fe + 4CO$ (1000-1100°C).

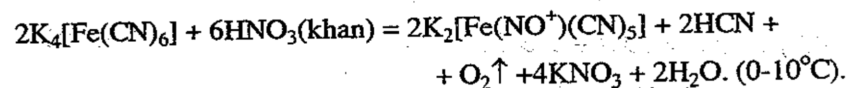
## 839. K₄[Fe(CN)₆] – KALI HEXAXIANOFERAT(II)

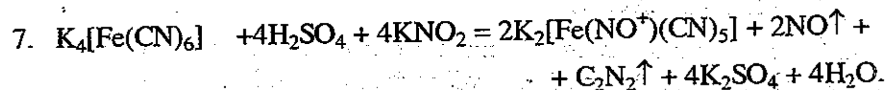
Trắng (tinh thể hiđrat có màu vàng nhạt, "muối vàng máu"), phản ứng khi đun nóng. Bền trong không khí. Tan nhiều trong nước. Không phản ứng với axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử yếu: bị axit nitric đặc, kali pemanganat; clo oxi hoá. Tham gia phản ứng trao đổi. Thuốc thử cation $Fe^{3+}$ (tạo nên kết tủa xanh chàm gọi là xanh Beclin (Berlin) hoặc xanh Tuabun (Turnbull). Điều chế, xem 834[15], 840[5-8].

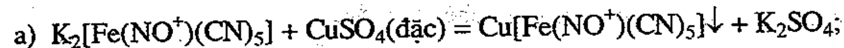
$M = 368,35$; $d = 1,85$ (t.thể); $t_{nc} = 70°C$ (t.thể); $k_t = 28,0^{(20)}$; $67,0^{(80)}$.

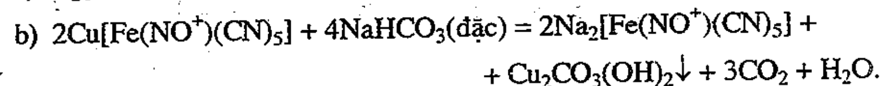
1. $3K_4[Fe(CN)_6] = 12KCN + Fe_3C + 5C$(t.chì) $+ 3N_2$ (650°C).
2. $K_4[Fe(CN)_6].3H_2O = K_4[Fe(CN)_6] + 3H_2O$ (70-120°C).
3. $K_4[Fe(CN)_6]$(loã.) $+ 24H_2O = 4[K(H_2O)_6]^+ + [Fe(CN)_6]^{4-}$.
   $[Fe(CN)_6]^{4-} + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)(CN)_5]^{3-} + CN^-$; $pK_{kb} = 18,30$.
4. $K_4[Fe(CN)_6] + 4HCl$(đặc) $= H_4[Fe(CN)_6]\downarrow + 4KCl$ (*t* thường, trg ete).
5. $K_4[Fe(CN)_6] + 6H_2SO_4$(đặc) $+ 6H_2O = 2K_2SO_4 + FeSO_4 + 3(NH_4)_2SO_4 + 6CO_2\uparrow$. (đ.sôi).

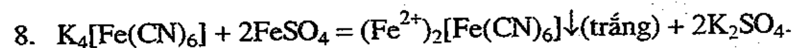

6. $K_4[Fe(CN)_6] + 3HNO_3$(đặc) $= NO_2\uparrow + HCN\uparrow + K_2[Fe(H_2O)(CN)_5] +$
$+ 2KNO_3$. (đ.sôi).

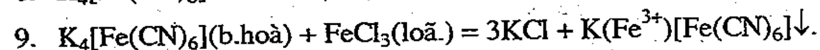

$2K_4[Fe(CN)_6] + 6HNO_3$(khan) $= 2K_2[Fe(NO^+)(CN)_5] + 2HCN +$
$+ O_2\uparrow + 4KNO_3 + 2H_2O$. (0-10°C).

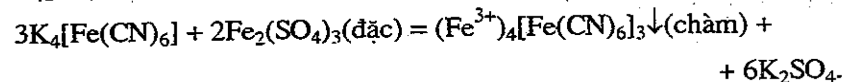

7. $K_4[Fe(CN)_6] + 4H_2SO_4 + 4KNO_2 = 2K_2[Fe(NO^+)(CN)_5] + 2NO\uparrow +$
$+ C_2N_2\uparrow + 4K_2SO_4 + 4H_2O$.

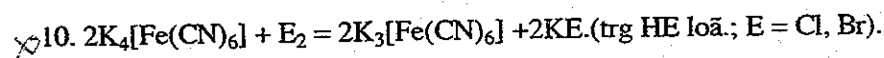

a) $K_2[Fe(NO^+)(CN)_5] + CuSO_4$(đặc) $= Cu[Fe(NO^+)(CN)_5]\downarrow + K_2SO_4$;

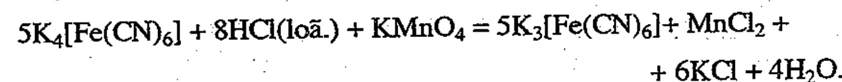

b) $2Cu[Fe(NO^+)(CN)_5] + 4NaHCO_3$(đặc) $= 2Na_2[Fe(NO^+)(CN)_5] +$
$+ Cu_2CO_3(OH)_2\downarrow + 3CO_2 + H_2O$.

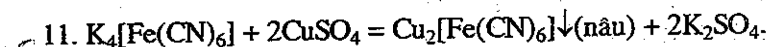

8. $K_4[Fe(CN)_6] + 2FeSO_4 = (Fe^{2+})_2[Fe(CN)_6]\downarrow$(trắng) $+ 2K_2SO_4$.


9. $K_4[Fe(CN)_6]$(b.hoà) $+ FeCl_3$(loã.) $= 3KCl + K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6]\downarrow$.


$3K_4[Fe(CN)_6] + 2Fe_2(SO_4)_3$(đặc) $= (Fe^{3+})_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$(chàm) $+$
$+ 6K_2SO_4$.


10. $2K_4[Fe(CN)_6] + E_2 = 2K_3[Fe(CN)_6] + 2KE$.(trg HE loã.; E = Cl, Br).


$5K_4[Fe(CN)_6] + 8HCl$(loã.) $+ KMnO_4 = 5K_3[Fe(CN)_6] + MnCl_2 +$
$+ 6KCl + 4H_2O$.


11. $K_4[Fe(CN)_6] + 2CuSO_4 = Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow$(nâu) $+ 2K_2SO_4$.

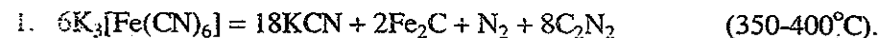

$K_4[Fe(CN)_6] + 4AgNO_3 = Ag_4[Fe(CN)_6]\downarrow$(trắng) $+ 4KNO_3$.

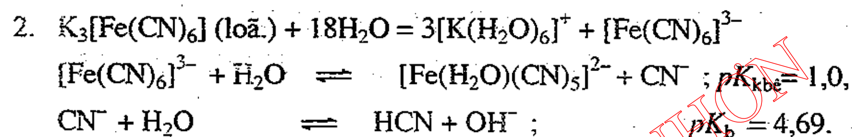
**840. $K_3[Fe(CN)_6]$ – KALI HEXAXIANOFERAT(III)**

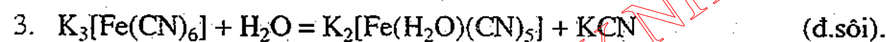
Muối Gmelin, "muối đỏ máu". Tinh thể đỏ thẫm hoặc bột vàng thẫm, phân huỷ khi đun nóng vừa phải. Tan nhiều trong nước, bị aqua hoá và bị thuỷ phân ở anion $CN^-$. Ánh sáng làm tăng độ thuỷ phân và đẩy nhanh sự chuyển hoá thành $K_4[Fe(CN)_6]$. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với kiềm loãng, hiđrat amoniac. Bị axit phân huỷ. Chất oxi hoá. Tham gia phản ứng trao đổi. Thuốc thử cation $Fe^{2+}$ (tạo nên kết tủa xanh chàm gọi là xanh Beclin hoặc xanh Tuabun). Điều chế, xem 835[18], 839[10].

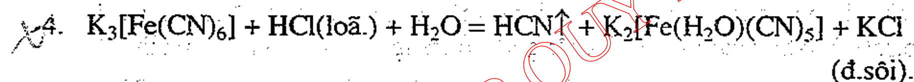
$M = 329{,}25$; $d = 1{,}894$; $k_t = 46{,}0^{(20)}$; $81{,}8^{(80)}$.

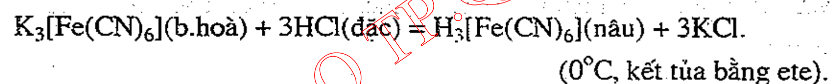


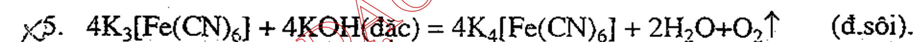

1. $6K_3[Fe(CN)_6] = 18KCN + 2Fe_2C + N_2 + 8C_2N_2$ (350-400°C).


2. $K_3[Fe(CN)_6]$ (loã.) $+ 18H_2O = 3[K(H_2O)_6]^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$
$[Fe(CN)_6]^{3-} + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)(CN)_5]^{2-} + CN^-$; $pK_{kbê} = 1{,}0$,
$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$; $pK_b = 4{,}69$.

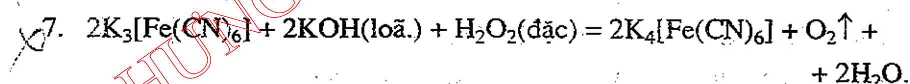

3. $K_3[Fe(CN)_6] + H_2O = K_2[Fe(H_2O)(CN)_5] + KCN$ (đ.sôi).

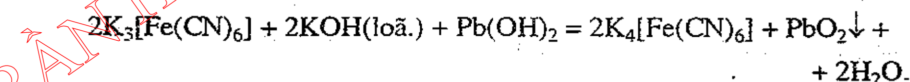

4. $K_3[Fe(CN)_6] + HCl$(loã.) $+ H_2O = HCN\uparrow + K_2[Fe(H_2O)(CN)_5] + KCl$
(đ.sôi).

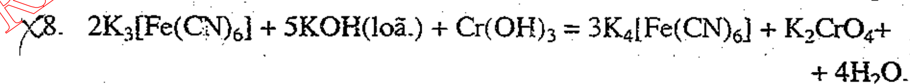

$K_3[Fe(CN)_6]$(b.hoà) $+ 3HCl$(đặc) $= H_3[Fe(CN)_6]$(nâu) $+ 3KCl$.
(0°C, kết tủa bằng ete).

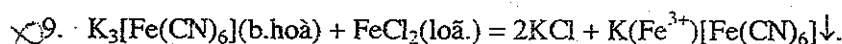

5. $4K_3[Fe(CN)_6] + 4KOH$(đặc) $= 4K_4[Fe(CN)_6] + 2H_2O + O_2\uparrow$ (đ.sôi).

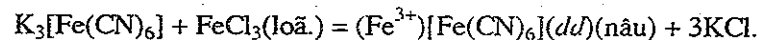

6. $2K_3[Fe(CN)_6] + 2KI = 2K_4[Fe(CN)_6] + I_2\downarrow$.

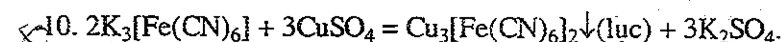

7. $2K_3[Fe(CN)_6] + 2KOH$(loã.) $+ H_2O_2$(đặc) $= 2K_4[Fe(CN)_6] + O_2\uparrow +$
$+ 2H_2O$.


$2K_3[Fe(CN)_6] + 2KOH$(loã.) $+ Pb(OH)_2 = 2K_4[Fe(CN)_6] + PbO_2\downarrow +$
$+ 2H_2O$.


8. $2K_3[Fe(CN)_6] + 5KOH$(loã.) $+ Cr(OH)_3 = 3K_4[Fe(CN)_6] + K_2CrO_4 +$
$+ 4H_2O$.


9. $K_3[Fe(CN)_6]$(b.hoà) $+ FeCl_2$(loã.) $= 2KCl + K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6]\downarrow$.


$K_3[Fe(CN)_6] + FeCl_3$(loã.) $= (Fe^{3+})[Fe(CN)_6]$(dd)(nâu) $+ 3KCl$.


10. $2K_3[Fe(CN)_6] + 3CuSO_4 = Cu_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$(lục) $+ 3K_2SO_4$.

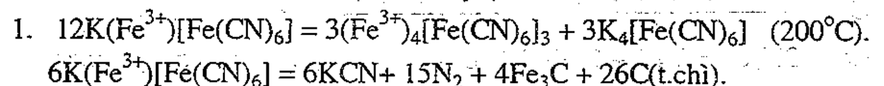

$K_3[Fe(CN)_6] + 3Ag(NO_3) = Ag_3[Fe(CN)_6]$(da cam) $+ 3KNO_3$.

**841. $K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6]$ – KALI SẮT(III) HEXAXIANOFERAT(II)**

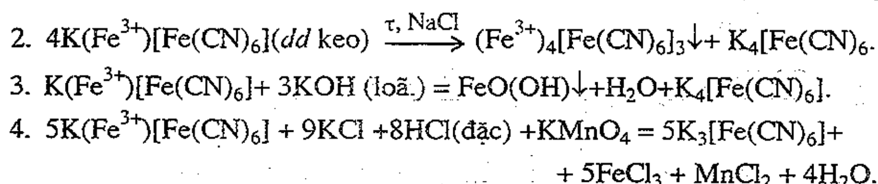
Xanh Beclin hoặc xanh Tuabun. Màu xanh chàm, phân huỷ khi đun nóng. Trong cấu tạo của anion phức có những liên kết ngắn $Fe^{II} - CN$, trong mạng lưới tinh thể có những liên kết dài $Fe^{III} - NC$. Không tan trong nước. Dung dịch keo ("xanh Beclin tan") được tạo nên trong dư nước tinh khiết. Khi để dư hoá chất đó dưới dung dịch, nó chuyển chậm thành muối $(Fe^{3+})_4[Fe(CN)_6]_3$ (xanh Beclin " không tan", xanh Pruxơ(Pruss)) mà không tạo nên dung dịch keo, khi thêm NaCl quá trình

chuyển đó xảy ra nhanh. Không phản ứng với axit loãng, hiđrat amoniac. Tan được nhờ tác dụng của axit oxalic (tạo dung dịch màu chàm nhưng không biết được sản phẩm), bị kiềm phân huỷ. Điều chế, xem 839[9], 840[9].

$M = 306{,}90$; $pT_t^{18} \approx 20{,}0$.



1. $12K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6] = 3(Fe^{3+})_4[Fe(CN)_6]_3 + 3K_4[Fe(CN)_6]$ (200°C).
$6K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6] = 6KCN + 15N_2 + 4Fe_3C + 26C$(t.chì).
[trên 560°C]



2. $4K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6]$(*dd* keo) $\xrightarrow{\tau,\ NaCl}$ $(Fe^{3+})_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow + K_4[Fe(CN)_6]$.
3. $K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6] + 3KOH$ (loã.) $= FeO(OH)\downarrow + H_2O + K_4[Fe(CN)_6]$.
4. $5K(Fe^{3+})[Fe(CN)_6] + 9KCl + 8HCl$(đặc) $+ KMnO_4 = 5K_3[Fe(CN)_6] +$
$+ 5FeCl_3 + MnCl_2 + 4H_2O$.

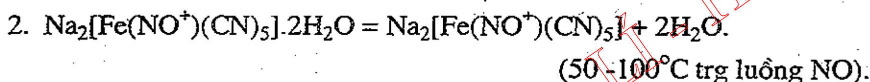
**842. $Na_2[Fe(NO^+)(CN)_5]$ – NATRI PENTAXIANONITROZYLFERAT(III)**

Natri nitropruxit. Đỏ thẫm, nóng chảy không phân huỷ dưới áp suất dư của NO, không bền nhiệt trong không khí. Tan nhiều trong nước, phân huỷ dần dưới ánh sáng. Phản ứng với axit sunfuric đặc. Thuốc thử ion $S^{2-}$ (tạo màu tím-đỏ) và ion $SO_3^{2-}$ (tạo màu hồng), chưa biết sản phẩm của những phản ứng đó. Điều chế, xem 839[7].

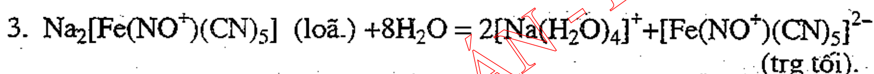
$M = 261{,}92$; $d = 1{,}72$; $t_{nc} = 678$°C(p); $k_t = 40^{(16)}$.



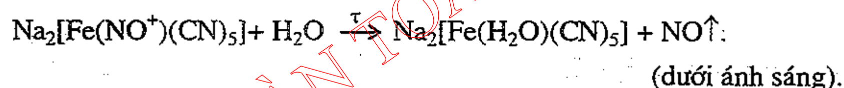
1. $Na_2[Fe(NO^+)(CN)_5] = 6NO + 6C_2N_2 + 12NaCN + 2Fe_3C + N_2$ (40°C).



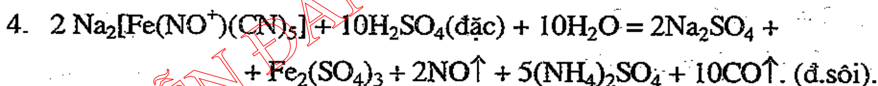
2. $Na_2[Fe(NO^+)(CN)_5].2H_2O = Na_2[Fe(NO^+)(CN)_5] + 2H_2O$.
(50 - 100°C trg luồng NO).



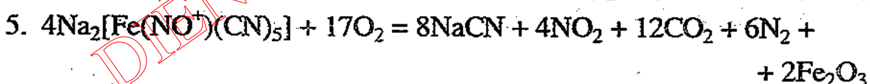
3. $Na_2[Fe(NO^+)(CN)_5]$ (loã.) $+ 8H_2O = 2[Na(H_2O)_4]^+ + [Fe(NO^+)(CN)_5]^{2-}$
(trg tối).



$Na_2[Fe(NO^+)(CN)_5] + H_2O \xrightarrow{\tau} Na_2[Fe(H_2O)(CN)_5] + NO\uparrow$.
(dưới ánh sáng).



4. $2Na_2[Fe(NO^+)(CN)_5] + 10H_2SO_4$(đặc) $+ 10H_2O = 2Na_2SO_4 +$
$+ Fe_2(SO_4)_3 + 2NO\uparrow + 5(NH_4)_2SO_4 + 10CO\uparrow$. (đ.sôi).



5. $4Na_2[Fe(NO^+)(CN)_5] + 17O_2 = 8NaCN + 4NO_2 + 12CO_2 + 6N_2 +$
$+ 2Fe_2O_3$.



**843. $[Fe(C_5H_5)_2]$ – SẮT BIS XICLOPENTAĐIENYL**

Feroxen. Da cam-vàng, dễ nóng chảy, dễ sôi. Bay hơi, chưng cất được cùng với hơi nước, phân huỷ khi đun nóng. Bền trong không khí. Không tan trong nước nguội. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị nước nóng phân huỷ. Bị axit nitric, halogen oxi hoá, bị oxi oxi hoá khi nung. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 834[13].

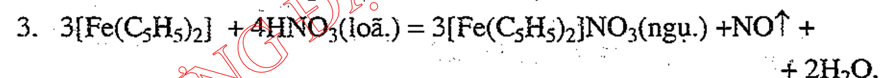
$M = 186{,}04$; $t_{nc} = 173 \div 176$°C; $t_s = 249$°C.



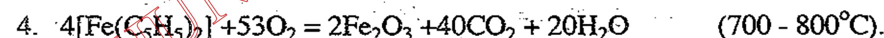
1. $[Fe(C_5H_5)_2] = Fe + 2CH_4 + 8C$(t.chì) $+ H_2$ (trên 470°C).



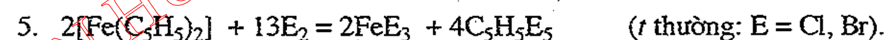
2. $[Fe(C_5H_5)_2] + H_2O$(ng') $= Fe(OH)_2 + 2C_5H_6$.



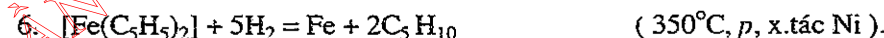
3. $3[Fe(C_5H_5)_2] + 4HNO_3$(loã.) $= 3[Fe(C_5H_5)_2]NO_3$(ngu.) $+ NO\uparrow +$
$+ 2H_2O$.



4. $4[Fe(C_5H_5)_2] + 53O_2 = 2Fe_2O_3 + 40CO_2 + 20H_2O$ (700 - 800°C).



5. $2[Fe(C_5H_5)_2] + 13E_2 = 2FeE_3 + 4C_5H_5E_5$ (*t* thường: E = Cl, Br).



6. $[Fe(C_5H_5)_2] + 5H_2 = Fe + 2C_5H_{10}$ (350°C, *p*, x.tác Ni).

**844. $[Fe(CO)_5]$ – SẮT PENTACACBONYL**

Chất lỏng vàng nhạt, sôi không phân huỷ, phân huỷ khi đun nóng mạnh hơn. Không trộn lẫn với nước nguội, trộn lẫn với amoniac lỏng. Phản ứng với nước sôi, axit, kiềm, oxi, nitơ monooxit. Chất khử. Điều chế, xem 822[21].

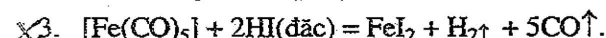
$M = 195{,}90$; $d = 1{,}457^{(20)}$; $t_{nc} = -20$°C; $t_s = +103$°C.



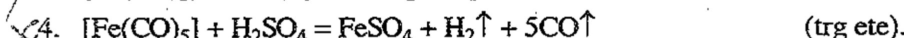
1. $[Fe(CO)_5] = Fe + 5CO$ (160 - 200°C).



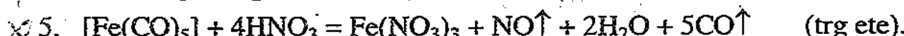
2. $6[Fe(CO)_5] + 12H_2O = 6FeO(OH)\downarrow + 9H_2\uparrow + 30CO\uparrow$ (đ.sôi).



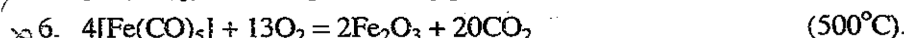
3. $[Fe(CO)_5] + 2HI$(đặc) $= FeI_2 + H_2\uparrow + 5CO\uparrow$.



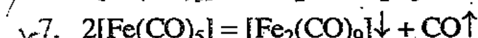
4. $[Fe(CO)_5] + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2\uparrow + 5CO\uparrow$ (trg ete).



5. $[Fe(CO)_5] + 4HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O + 5CO\uparrow$ (trg ete).



6. $4[Fe(CO)_5] + 13O_2 = 2Fe_2O_3 + 20CO_2$ (500°C).



7. $2[Fe(CO)_5] = [Fe_2(CO)_9]\downarrow + CO\uparrow$
(*t* thường, trg $CH_3COOH$ đặc, chiếu tia tử ngoại).



$3[Fe(CO)_5] = [Fe_3(CO)_{12}]\downarrow + 3CO\uparrow$
[trg rượu etylic, x.tác $Na(C_2H_5O)$].

8. $[Fe(CO)_5] + 3NaOH$(đặc) $= Na[Fe(CO)_4H] + Na_2CO_3 + H_2O$.
(t thường, trg rượu metylic).

$6Na[Fe(CO)_4H] + 9H_2SO_4(<50\%) + 6MnO_2 = 2[Fe_3(CO)_{12}]\downarrow +$
$+ 6MnSO_4 + 3Na_2SO_4 + 12H_2O$.

9. $[Fe(CO)_5](l) + Ba(OH)_2 = BaCO_3\downarrow + [Fe(CO)_4H_2]$ (-15°C).
$[Fe(CO)_4H_2] + H_2O \rightleftharpoons [Fe(CO)_4H]^- + H_3O^+$; $pK_a = 4,0$
(trg khí quyển $H_2$).

10. $[Fe(CO)_5] + 2Na = Na_2[Fe(CO)_4]\downarrow$(trắng) $+ CO\uparrow$
(-40°C, trg $NH_3$ lỏng).

11. $[Fe(CO)_5] + 4NO = [Fe(NO)_4]$ (đen) $+ 5CO$. (44-45°C).

12. $2[Fe(CO)_5] + 13H_2O_2$(đặc) $= 2FeO(OH)\downarrow + 10CO_2\uparrow + 12H_2O$.
(đ.sôi).

## COBAN

### 845. Co – COBAN

Kim loại dạng bột màu xám thẫm (gần như đen), dạng tấm màu xám - vàng (với sắc xanh), tương đối cứng, rèn được, dẻo, khó nóng chảy. Bị phủ màng oxit khi đun nóng trong không khí. Dạng bột tự cháy. Bị thụ động hoá trong axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, kiềm trong dung dịch, hiđrat amoniac, nitơ. Phản ứng với axit loãng, kiềm khi nấu chảy, phi kim, amoniac, cacbon monooxit. Hấp thụ rõ rệt $H_2$ ở nhiệt độ thường. cation $Co^{2+}$ trong dung dịch có màu hồng. Điều chế, xem 846[7], 847[5], 850[9], 859[1].

$M = 58,933$; $d = 8,84$; $t_{nc} = 1494°C$; $t_s = 2960°C$.

1. $Co + 2HCl$ (loãng, ng') $\xrightarrow{\tau} CoCl_2 + H_2\uparrow$.
$Co + H_2SO_4$ (loãng, ng') $\xrightarrow{\tau} CoSO_4 + H_2\uparrow$.
2. $2Co + 8HNO_3$ (loãng, ng') $= 3Co(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$.
3. $4Co + 4NaOH + 3O_2 = 4NaCoO_2$(đỏ) $+ 2H_2O$ (600-1000°C).
4. $2Co + O_2$ (k.khí) $= 2CoO$ (đến 300°C).
$3Co + 2O_2$ (k.khí) $= (Co^{II}Co_2^{III})O_4$ (500°C).
5. $Co + E_2 = CoE_2$ (200-300°C, E =F; 100°C, E=Cl).
$Co + E_2 = CoE_2$ (lục) [20-50°C; E = Br].
6. $Co \xrightarrow{S} CoS, Co(S_2), (Co^{II}Co^{III})S_4, Co_9S_8$ (650°C).
7. $Co \xrightarrow{P\ (đỏ)} Co_2P_1, CoP_2, CoP_3$ (xám đen) [650-700°C].
8. $Co \xrightarrow{NH_3,\ 250-300°C} Co_3N \xrightarrow{NH_3,\ 250-300°C} Co_2N$.
9. $Co + 2N_2O_4 = 2NO + Co(NO_3)_2$(đỏ)$\downarrow$ (t thường trg etylaxetat).
10. $Co \xrightarrow[CO_2]{CO\ đến\ 130°C} Co_2C \xrightarrow{Co,\ 500-800°C} Co_3C$.
11. $Co \xrightarrow{CO, 130°C, p} [Co_2(CO)_8] \xrightarrow[CO]{50°C,\ benzen} [Co_4(CO)_{12}]$(đen).
12. $Co + NaHCO_3$(đặc) $+ H_2O \xrightarrow{điện\ phân} H_2\uparrow$(catôt) $+ CoCO_3\downarrow$(anôt) $+$
$+ NaOH$.

### 846. CoO – COBAN(II) OXIT

Lục thẫm (gần như đen). Bền nhiệt. Hấp thụ oxi trong không khí. Có vùng đồng thể bé $Co_{1-x}O$. Không phản ứng với nước, hiđrat amoniac. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit loãng, kiềm đặc. Bị oxi oxi hoá, bị hiđro khử. Điều chế, xem 845[4], 847[1], 848[1], 850[1], 859[5].

$M = 74,93$; $d = 6,47$; $t_{nc} = 1810°C$.

1. $CoO(r) + 7H_2O \rightleftharpoons [Co(H_2O)_6]^{2+} + 2OH^-$; $pT_t^{25} = 14,37$.
2. $CoO + 2HCl$ (loã.) $= CoCl_2 + H_2O$.
3. $CoO + 2NaOH$(đặc) $+ H_2O \xrightarrow{\tau} Na_2[Co(OH)_4]\downarrow$(chàm). [đ.sôi].
4. $6CoO + O_2$(k.khí) $= 2(Co^{II}Co^{III}_2)O_4$ (390-700°C).
5. $4CoO + O_2 + 24(NH_3.H_2O)$[đặc] $= 4[CoO(NH_3)_6]](OH)_3$(vàng) $+$
$+ 18H_2O$
6. $CoO + 2HF = CoF_2 + H_2O$ (300-400°C).
7. $CoO + H_2 = Co + H_2O$ (120-500°C).
8. $2CoO + 2SiO_2 = Co_2SiO_4$(tím) [1300-1450°C].
9. $CoO + Al_2O_3 = (CoAl_2)O_4$(chàm) [1100°C, trg KCl nóng chảy].

### 847. $(Co^{II}Co^{III}_2)O_4$ – COBAN(II) ĐICOBAN(III) OXIT

Đen xám, phân huỷ khi đun nóng. Không phản ứng với nước, kiềm hiđrat amoniac; tinh thể lớn hầu như không phản ứng với axit clohiđric, axit nitric. Dạng bột bị axit đặc phân huỷ. Bị oxi oxi hoá khi thiêu kết với kiềm và oxit kim loại trong không khí. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 845[4], 846[4], 849[1].

$M = 240{,}80$; $d = 6{,}073$; $pT_t^{25} = 99{,}15$.

1. $2(Co^{II}Co_2^{III})O_4 = 6CoO + O_2$ (905-925°C).
2. $(Co^{II}Co_2^{III})O_4 + 8HCl$ (đặc) $\xrightarrow{\tau}$ $3CoCl_2 + Cl_2\uparrow + 4H_2O$,
   $2(Co^{II}Co_2^{III})O_4 + 6H_2SO_4$(đặc) $= 6CoSO_4 + O_2\uparrow + 6H_2O$ (đ.sôi).
3. $4(Co^{II}Co_2^{III})O_4 + 12NaOH + O_2 = 12NaCoO_2$(đỏ) $+ 6H_2O$ (400°C)
4. $4(Co^{II}Co_2^{III})O_4 + O_2 + 6ZnO = 6(Co_2^{III}Zn)O_4$ (lục) [800°C].
5. $(Co^{II}Co_2^{III})O_4 + 4H_2 = 3Co + 4H_2O$ (120-500°C).

### 848. $Co(OH)_2$ – COBAN(II) HIĐROXIT

Dạng tinh thể màu tím thẫm hay dạng vô định hình (vừa mới kết tủa chứa tạp chất muối bazơ) màu xanh chàm; khi để dưới dung dịch muối coban (II), trở nên đỏ-hồng. Ở trạng thái ẩm hấp thụ $O_2$ và $CO_2$ trong không khí. Không tan trong nước. Trong môi trường hữu cơ kết tủa hiđrat màu xanh chàm $Co(OH)_2.0{,}67H_2O$. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit loãng, kiềm đặc. Tan được nhờ tác dụng của hiđrat amoniac. Điều chế, xem 850[4], 853[4], 855[4], 857[5].

$M = 92{,}95$; $d = 3{,}597$; $pT_t^{25} = 14.80$.

1. $Co(OH)_2 = CoO + H_2O$ (168-170°C, ckhông).
2. $Co(OH)_2 + 2HCl$ (loãng) $= CoCl_2 + 2H_2O$.
3. $Co(OH)_2 + CoCl_2$ (loãng) $= 2CoCl(OH)\downarrow$ (lục).
   $3Co(OH)_2 + CoCl_2$ (10%) $= 2Co_2Cl(OH)_3\downarrow$ (hồng).
4. $Co(OH)_2 + 2NaOH$ (50%) $\xrightarrow{\tau}$ $Na_2[Co(OH)_4]$ (tím).
5. $Co(OH)_2 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Co(NH_3)_6](OH)_2$(vàng) $+ 6H_2O$.
6. $4Co(OH)_2 + O_2 = 4CoO(OH) + 2H_2O$ (100°C, $p$).
7. $2Co(OH)_2$(ẩm) $+ CO_2 \xrightarrow{\tau} Co_2CO_3(OH)_2 + H_2O$.



8. $2Co(OH)_2 + H_2O_2$(đặc) $= 2CoO(OH)\downarrow + 2H_2O$ (đ.sôi).
9. $2Co(OH)_2 + E_2 + 2NaOH$(loãng) $= 2CoO(OH)\downarrow + 2NaE + 2H_2O$ (E = Cl, Br).
10. $2Co(OH)_2 + NaClO$(b.hoà) $= NaCl + H_2O + 2CoO(OH)\downarrow$.
11. $Co(OH)_2 + 2Al(OH)_3 = (CoAl_2)O_4$(chàm) $+ 4H_2O$. (600-800°C).

### 849. $CoO(OH)$ – COBAN METAOXIT

Vô định hình màu nâu thẫm (kết tủa) hoặc tinh thể màu đen (khoáng vật heterogenit). Phân huỷ khi nung. Hiđrat $Co_2O_3.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch, khi đun sôi dạng huyền phù trong nước hay khi đun nóng biến thành $CoO(OH)$. Không tan trong nước. Không phản ứng với kiềm. Dễ bị axit clohiđric đặc phân huỷ, bị các axit khác phân huỷ khó hơn. Khi đun nóng, tan được nhờ tác dụng của hiđrat amoniac. Chất oxi hoá. Điều chế, xem 848[6,8-10], 853[6], 856[5].

$M = 91{,}94$; $d = 4{,}29$(v.đ.h); $4{,}72$-$4{,}90$.

1. $12CoO(OH) = 4(Co^{II}Co_2^{III})O_4 + O_2 + 6H_2O$ (600°C).
2. $CoO(OH)(r) + 7H_2O \longrightarrow [Co(H_2O)_6]^{3+} + 3OH^-$; $pT_t^{25} = 42{,}60$.
3. $2CoO(OH) + 6HCl$(đặc) $= 2CoCl_2 + Cl_2\uparrow + 4H_2O$.
4. $4CoO(OH) + 4H_2SO_4$(đặc, ng') $= 4CoSO_4 + O_2\uparrow + 6H_2O$
5. $4CoO(OH) + 8HNO_3$(đặc) $= 4Co(NO_3)_2 + O_2\uparrow + 6H_2O$ (75-85°C).
6. $CoO(OH) + 6(NH_3.H_2O)$[đặc, ng'] $\xrightarrow{\tau}$ $[Co(NH_3)_6](OH)_3$(vàng) $+ 5H_2O$.
7. $4CoO(OH) + 6F_2 = 4CoF_3 + 3O_2 + 2H_2O$ (250 - 300°C).
8. $4CoO(OH) + 8M_2O + O_2 = 4M_4CoO_4 + 2H_2O$ (600-700°C; M = Li, Na, K, Rb, Cs, 1/2Ba).

### 850. $CoSO_4$ – COBAN (II) SUNFAT

Đỏ (tinh thể hiđrat màu hồng, khoáng vật biberit), phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều (nhưng chậm) trong nước (độ tan mới đầu tăng theo nhiệt độ sau đó giảm), bị thuỷ phân ở cation. Tan ít trong axit sunfuric đặc. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất khử. Điều chế, xem 845[1], 849[4], 854[3].

$M = 155{,}00$; $d = 3{,}71$; $k_t = 36{,}3^{(20)}$; $60{,}0^{(43)}$; $49{,}3^{(80)}$.

1. $2CoSO_4 = 2CoO + 2SO_2 + O_2$ (600-700°C, t.chất $SO_3$).
2. $CoSO_4.7H_2O = CoSO_4 + 7H_2O$ (41-420°C).
3. $CoSO_4$(loã.) + $6H_2O$ = $[Co(H_2O)_6]^{2+} + SO_4^{2-}$.
   $[Co(H_2O)_6]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [Co(H_2O)_5(OH)^{+} + H_3O^{+}$ ; $pK_a = 8,90$.
4. $2CoSO_4$(loã.) + 2NaOH(loã.) = $Na_2SO_4 + Co_2SO_4(OH)_2$↓(chàm),
   $CoSO_4$(loã) + 2NaOH(10%) = $Co(OH)_2$↓ + $Na_2SO_4$.
5. $CoSO_4 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] = $[Co(NH_3)_6]SO_4$(vàng) + $6H_2O$.
6. $2CoSO_4 + 2NH_4HS = 2CoS↓ + (NH_4)_2SO_4 + H_2SO_4$.
7. $2CoSO_4 + 4Al(OH)_3 = 2(CoAl_2)O_4$(chàm) + $2SO_2 + O_2 + 6H_2O$ (800°C).
8. $2CoSO_4 + H_2SO_4$(4M) $\xrightarrow{\text{điện phân}}$ $H_2$↑(catôt)+ $Co_2(SO_4)_3$↓(anôt) [0°C].
9. $2CoSO_4 + H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}}$ 2Co↓(catôt) + $O_2$↑(anôt) + $2H_2SO_4$.

## 851. $CoF_2$ – COBAN(II) FLORUA

Đỏ-hồng, nóng chảy và sôi không phân huỷ. Tan ít trong nước nguội. Từ dung dịch kết tinh hiđrat $CoF_2.4H_2O$, từ axit flohiđric kết tinh hiđrat $CoF_2.5HF.6H_2O$. Bị nước sôi, axit đặc, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 845[5], 846[6], 852[1].

$M = 96,93$; $d = 4,43$; $t_{nc} = 1127°C$; $t_s ≈ 1740°C$; $k_t = 1,5^{(25)}$.

1. $CoF_2.4H_2O = CoF_2 + 4H_2O$ (300°C, trg luồng $N_2$).
2. $CoF_2 + H_2O \xrightarrow{\tau} Co(OH)F↓ + HF↑$ (đ.sôi).
   $CoF_2 + H_2O$(hơi) = CoO + 2HF (700°C).
3. $CoF_2(r) + H_2SO_4$(đặc, ng') = $CoSO_4$ + 2HF↑.
4. $CoF_2$ + 4NaOH(40%) = $Na_2[Co(OH)_4]$↓ + 2NaF.
5. $CoF_2 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] = $[Co(NH_3)_6]F_2 + 6H_2O$.
6. $2CoF_2 + F_2 = 2CoF_3$ (75-200°C).
7. $CoF_2 \xrightarrow{\text{MF(nóng chảy)}} M[CoF_3], M_2[CoF_4], M_4[CoF_6]$ (M = Na, K).
8. $2CoF_2$ +2HF(đặc) +$7H_2O$ $\xrightarrow{\text{điện phân}}$ $H_2$↑(catôt)+$CoF_3.3,5H_2O$)↓(anôt) [0-10°C].



## 852. $CoF_3$ – COBAN (III) FLORUA

Nâu nhạt, không bền nhiệt, trở nên sẫm trong không khí ẩm. Từ axit flohiđric kết tinh hiđrat màu lục $CoF_3.3,5H_2O$ có cấu tạo $[Co(H_2O)_3F_3].0,5H_2O$. Bị nước. axit, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Chất oxi hoá mạnh: oxi hoá và flo hoá nhiều phi kim. Điều chế, xem 849[7], 851[6,8].

$M = 115,93$; $d = 3,88$.

1. $2CoF_3 = 2CoF_2 + F_2$ (350-700°C).
2. $CoF_3 + 2H_2O$ (ngu.) $\xrightarrow{\tau}$ CoO(OH)↓ + 3HF.
   $4CoF_3 + 10H_2O = 4Co(OH)_2↓ + O_2↑ + 12HF↑$ (đ.sôi).
3. $2CoF_3$ + 6HCl(đặc) = $2CoCl_2 + Cl_2↑$ + 6HF.
4. $CoF_3$ + 3NaOH(loã, ngu.) = CoO(OH)↓ + 3NaF + $H_2O$.
5. $CoF_3 + 6(NH_3.H_2O)$[loã., ngu.) = $[Co(NH_3)_6]F_3↓ + 6H_2O$.
6. $2CoF_3 + 4N_2O_5 = 2Co(NO_3)_3$(lục) + $2NF_3 + O_2$ (từ -70 đến+40°C).

## 853. $CoCl_2$ – COBAN(II) CLORUA

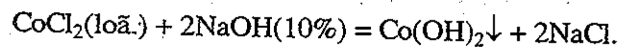
Xanh lam (tinh thể hiđrat có màu hồng), bay hơi khi đun nóng vừa phải trong khí quyển HCl, nóng chảy và sôi không phân huỷ. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation), axit clohiđric, axit nitric. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị $O_2$ không khí oxi hoá. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 845[1,5], 848[2], 849[3].

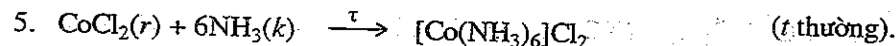
$M = 129,84$; $d = 3,367$; $t_{nc} = 740°C$;
$t_s = 1049°C$; $k_t = 52,9^{(20)};97,6^{(80)}$.

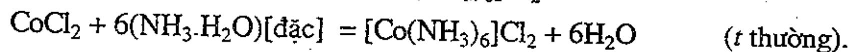
1. $CoCl_2.6H_2O = CoCl_2 + 6H_2O$ (160-170°C, trg luồng HCl khô).
2. $CoCl_2$(loã.) + $6H_2O = [Co(H_2O)_6]^{2+} + 2Cl^-$ [pH<7, xem 850[3]],

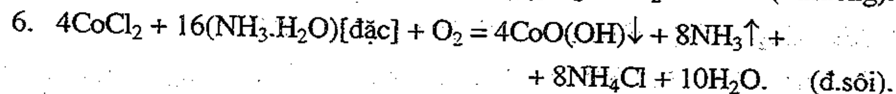
$[Co(H_2O)_6 \underset{H_2O,20°C}{\overset{\text{HCl đặc}}{\rightleftharpoons}} [Co(H_2O)_4Cl_2]$(chàm) $\underset{H_2O}{\overset{\text{đ.sôi}}{\rightleftharpoons}} [Co(H_2O)_2Cl_2]$(chàm).

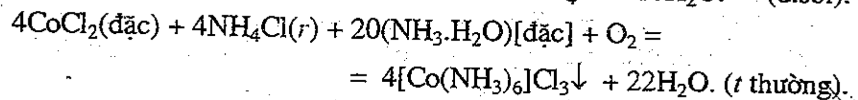
3. $CoCl_2.6H_2O + 4L = CoCl_2.4L$ (chàm) + $6H_2O$ (L = rượu etylic, axeton).
4. $CoCl_2$(loã.) + NaOH(loã.) = NaCl + CoCl(OH)↓(lục hay chàm),

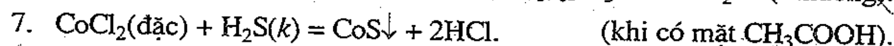

$CoCl_2$(loã.) + $2NaOH(10\%) = Co(OH)_2\downarrow + 2NaCl$.

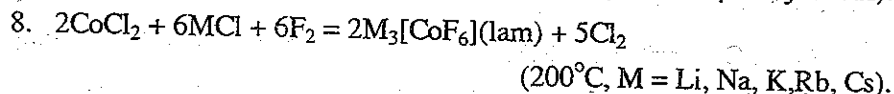

5. $CoCl_2(r) + 6NH_3(k) \xrightarrow{\tau} [Co(NH_3)_6]Cl_2$ (t thường).

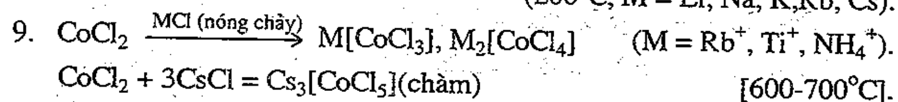

$CoCl_2 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Co(NH_3)_6]Cl_2 + 6H_2O$ (t thường).

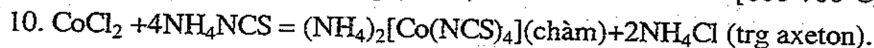

6. $4CoCl_2 + 16(NH_3.H_2O)$[đặc] $+ O_2 = 4CoO(OH)\downarrow + 8NH_3\uparrow +$
$+ 8NH_4Cl + 10H_2O$. (đ.sôi).

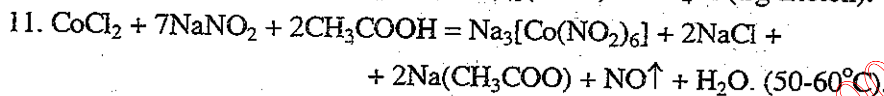

$4CoCl_2$(đặc) $+ 4NH_4Cl(r) + 20(NH_3.H_2O)$[đặc] $+ O_2 =$
$= 4[Co(NH_3)_6]Cl_3\downarrow + 22H_2O$. (t thường).

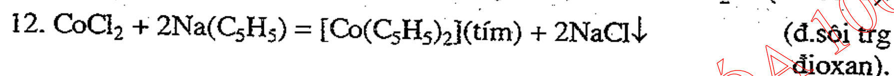

7. $CoCl_2$(đặc) $+ H_2S(k) = CoS\downarrow + 2HCl$. (khi có mặt $CH_3COOH$).


8. $2CoCl_2 + 6MCl + 6F_2 = 2M_3[CoF_6]$(lam) $+ 5Cl_2$
(200°C, M = Li, Na, K, Rb, Cs).


9. $CoCl_2 \xrightarrow{\text{MCl (nóng chảy)}} M[CoCl_3], M_2[CoCl_4]$ ($M = Rb^+, Ti^+, NH_4^+$).
$CoCl_2 + 3CsCl = Cs_3[CoCl_5]$(chàm) [600-700°C].


10. $CoCl_2 + 4NH_4NCS = (NH_4)_2[Co(NCS)_4]$(chàm)$+2NH_4Cl$ (trg axeton).


11. $CoCl_2 + 7NaNO_2 + 2CH_3COOH = Na_3[Co(NO_2)_6] + 2NaCl +$
$+ 2Na(CH_3COO) + NO\uparrow + H_2O$. (50-60°C).


12. $CoCl_2 + 2Na(C_5H_5) = [Co(C_5H_5)_2]$(tím) $+ 2NaCl\downarrow$ (đ.sôi trg dioxan).

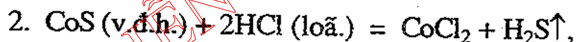

13. $CoCl_2(dd) \xrightarrow{\text{điện phân}} Co\downarrow$(catôt) $+ Cl_2\uparrow$(anôt).

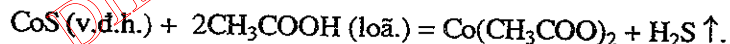
**854. CoS – COBAN(II) SUNFUA**

Tinh thể xám hoặc vô định hình (kết tủa) màu đen, bền nhiệt, khi đun nóng chảy và phân huỷ. Có vùng đồng thể $CoS_{1+x}$ ($0,04 \le x \le 0,13$, khoáng vật jeipurit). Dạng bột tự cháy. Dạng vừa kết tủa nhạy cảm với hơi ẩm và $O_2$ không khí, dễ tạo nên dung dịch keo, khi để dưới dung dịch trở nên ít có phản ứng ("lão hoá"). Không tan trong nước. Bị axit phân huỷ. Bị $O_2$ oxi hoá khi đun nóng. Điều chế, xem 845[6], 850[6], 853[7].

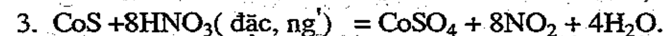
$M = 91,00$; $d = 5,45$; $t_{nc} = 1118°C$; $pT_t^{25} = 19,75$.

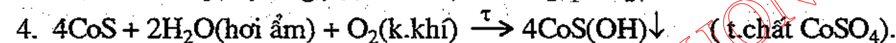

1. $CoS = Co + S$ (trên 1160°C).

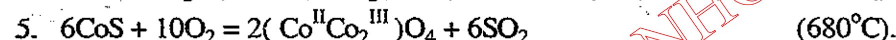

2. $CoS$ (v.đ.h.) $+ 2HCl$ (loã.) $= CoCl_2 + H_2S\uparrow$,


$CoS$ (v.đ.h.) $+ 2CH_3COOH$ (loã.) $= Co(CH_3COO)_2 + H_2S\uparrow$.




3. $CoS + 8HNO_3$( đặc, ng') $= CoSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$.


4. $4CoS + 2H_2O$(hơi ẩm) $+ O_2$(k.khí) $\xrightarrow{\tau} 4CoS(OH)\downarrow$ ( t.chất $CoSO_4$).

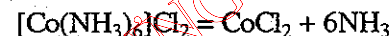

5. $6CoS + 10O_2 = 2(Co^{II}Co_2^{III})O_4 + 6SO_2$ (680°C).

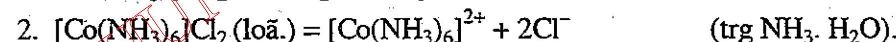
**855. $[Co(NH_3)_6]Cl_2$ – HEXAAMMIN COBAN(II) CLORUA**

Đỏ nhạt, không bền nhiệt. Ở trong trạng thái ẩm bị oxi hoá dần trong không khí. Không tan trong hiđrat amoniac. Bị axit, kiềm phân huỷ, bị hiđro peoxit oxi hoá, bị hiđro khử. Điều chế, xem 853[5].

$M = 232,03$; $d = 1,479$.

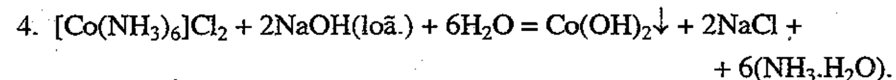

1. $[Co(NH_3)_6]Cl_2 = [Co(NH_3)_2Cl_2]$(chàm) $+ 4NH_3$
(65- 67°C, c.không).

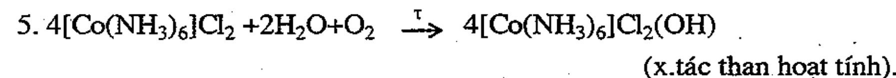

$[Co(NH_3)_6]Cl_2 = CoCl_2 + 6NH_3$ (trên 150°C).


2. $[Co(NH_3)_6]Cl_2$ (loã.) $= [Co(NH_3)_6]^{2+} + 2Cl^-$ (trg $NH_3.H_2O$).


$[Co(NH_3)_6]^{2+} + 12H_2O \rightleftharpoons [Co(H_2O)_6]^{2+} + 6(NH_3.H_2O)$;
$pK_{kbè} \approx 4 \div 5$.


3. $[Co(NH_3)_6]Cl_2 + 6HCl$ (loã.) $= CoCl_2 + 6NH_4Cl$.


4. $[Co(NH_3)_6]Cl_2 + 2NaOH$(loã.) $+ 6H_2O = Co(OH)_2\downarrow + 2NaCl +$
$+ 6(NH_3.H_2O)$.


5. $4[Co(NH_3)_6]Cl_2 + 2H_2O + O_2 \xrightarrow{\tau} 4[Co(NH_3)_6]Cl_2(OH)$
(x.tác than hoạt tính).

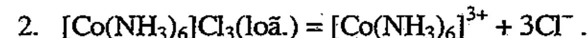

6. $2[Co(NH_3)_6]Cl_2 + 2H_2O_2$(đặc) $= [Co_2(NH_3)_{10}(O_2^{2-})]Cl_4 + 2(NH_3.H_2O)$.

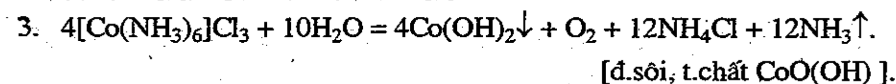
**856. $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ – HEXAAMMIN COBAN(III) CLORUA**

Nâu-đỏ, phân huỷ khi đun nóng. Tan vừa phải trong nước nguội, hiđrat amoniac đặc. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Bền với tác dụng của axit sunfuric đặc. Bị nước sôi, kiềm phân huỷ. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 853[6].

$M = 267,48$; $d = 1,7016$; $k_t = 6,95^{(20)}$; $12,04^{(50)}$.


1. $6[Co(NH_3)_6]Cl_3 = 6CoCl_2 + 6NH_4Cl + N_2 + 28NH_3$. (trên 420°C).


2. $[Co(NH_3)_6]Cl_3$(loã.) $= [Co(NH_3)_6]^{3+} + 3Cl^-$.


3. $4[Co(NH_3)_6]Cl_3 + 10H_2O = 4Co(OH)_2\downarrow + O_2 + 12NH_4Cl + 12NH_3\uparrow$.
[đ.sôi, t.chất CoO(OH) ].

4. $[Co(NH_3)_6]Cl_3$(b.hoà) + $3HNO_3$(loã.) = $[Co(NH_3)_6](NO_3)_3 + 3HCl$.
5. $[Co(NH_3)_6]Cl_3 + 3NaOH$ (đặc, ngu.) + $5H_2O = CoO(OH)\downarrow + 3NaCl + 6(NH_3.H_2O)$.

**857. $Na_3[Co(NO_2)_6]$ – NATRI HEXANITRO COBANTAT(III)**

Tinh thể hiđrat màu vàng, không tách được ở trạng thái khan. Phân huỷ khi đun nóng nhẹ. Tan nhiều trong nước nguội. Không phản ứng với hiđrat amoniac. Bị nước sôi, axit mạnh, kiềm đặc phân huỷ. Điều chế, xem 853[11].

$M = 403,93$.

1. $4Na_3[Co(NO_2)_6].0,5H_2O = 12NaNO_2 + CoO + 4NO + 8NO_2 + 2H_2O$ (200-250°C).
2. $Na_3[Co(NO_2)_6]$.(loã.) + $12H_2O$(ngu.)= $3[Na(H_2O)_4]^+ + [Co(NO_2)_6]^{3-}$
3. $3Na_3[Co(NO_2)_6] + 2H_2O = 9NaNO_2 + 3CoNO_3(OH)\downarrow + 5NO\uparrow + HNO_3$. (đ.sôi).
4. $3Na_3[Co(NO_2)_6] + 2HNO_3$(loã.) = $9NaNO_2 + 3Co(NO_3)_2 + 5NO\uparrow + H_2O$. (đ.sôi).
5. $Na_3[Co(NO_2)_6] + 2NaOH$(đặc) = $Co(OH)_2\downarrow + 4NaNO_2 + NaNO_3 + NO\uparrow$ (đ.sôi).
6. $Na_3[Co(NO_2)_6]$(*dd*) + $3MNO_3 = M_3[Co(NO_2)_6]\downarrow + 3NaNO_3$ (M= $K^+$, $Cs^+$, $Tl^+$, $Ag^+$, $NH_4^+$).

**858. $K_3[Co(NO_2)_6]$ – KALI HEXANITRO COBANTAT(III)**

Muối Fise (Fischer). Vàng, phân huỷ khi đun nóng. Tan ít trong nước nguội. Từ dung dịch kết tinh tinh thể hiđrat $K_3[Co(NO_2)_6].1,5H_2O$. Không phản ứng với hiđrat amoniac. Bị nước sôi, axit đặc, kiềm đặc phân huỷ. Điều chế, xem 857[6].

$M = 452,26$; $d = 2,64$; $k_t$=0,9[17].

1. $4K_3[Co(NO_2)_6] = 12KNO_2 + 4CoO + 4NO + 8NO_2$ (trên 200°C).
2. $3K_3[Co(NO_2)_6] + 2H_2O = 5NO\uparrow + 9KNO_2 + 3CoNO_3(OH)\downarrow + HNO_3$ (đ.sôi).
3. $3K_3[Co(NO_2)_6] + 2HNO_3$(đặc) = $5NO\uparrow + 9KNO_2 + 3Co(NO_3)_2 + H_2O$ (đ.sôi).
4. $K_3[Co(NO_2)_6] + 2KOH$(đặc) = $Co(OH)_2\downarrow + 4KNO_2 + KNO_3 + NO\uparrow$ (đ.sôi).

**859. $[Co_2(CO)_8]$ – ĐICOBAN OCTACACBONYL**

Da cam (bột) hoặc đỏ (tinh thể lớn), bay hơi, khi đun nóng nóng chảy và phân huỷ. Nhạy cảm với ánh sáng. Không phản ứng với nước nguội. Bị nước sôi, axit đặc phân huỷ. Bị hiđro, natri khử. Điều chế, xem 845[11].

$M = 341,95$; $d = 1,73$; $t_{nc}$=51°C.

1. $2[Co_2(CO)_8] = [Co_4(CO)_{12}] + 4CO$ (60°C).
   $[Co_2(CO)_8] \xrightarrow{\tau} 2Co + 8CO$ (80 - 90°C, dưới ánh sáng).
2. $[Co_2(CO)_8] + 4H_2SO_4$(đặc) = $2CoSO_4 + 2SO_2 + 8CO\uparrow + 4H_2O$,
   $[Co_2(CO)_8] + 8HNO_3$(đặc) = $2Co(NO_3)_2 + 4NO_2 + 8CO\uparrow + 4H_2O$.
3. $[Co_2(CO)_8] + H_2 = 2[Co(CO)_4H]$(*l*) (vàng) [0°C,*p*, trg toluen].
   $[Co(CO)_4H] + H_2O = [Co(CO)_4] + H_3O^+$ (10°C).
4. $[Co_2(CO)_8]$ + 2(Na,Hg) = $2Na[Co(CO)_4]$ + 2Hg(*l*) (trg đioxan).
5. $[Co_2(CO)_8] + 5O_2 = 2CoO + 8CO_2$ (250 -300 °C).

**NIKEN**

**860. Ni – NIKEN**

Kim loại màu trắng, tương đối cứng, cán kéo được, rèn được. Dạng bột đen tự cháy. Khả năng phản ứng kém hơn sắt và coban, bền trong không khí ẩm. Không phản ứng với nước, kiềm, hiđrat amoniac, nitơ; bị thụ động hoá trong axit nitric đặc. Cation $Ni^{2+}$ trong dung dịch có màu lục tươi. Phản ứng với axit loãng, oxi, halogen, cancogen, amoniac, cacbon monooxit. Tan được nhờ tác dụng của amoniac cacbonat. Hấp thụ lượng rõ rệt $H_2$. Khi chế hoá với flo tấm kim loại bị phủ màng rất bền $NiF_2$. Điều chế, xem, 861[5], 865[8], 867[7,11], 871[1].

$M = 58,69$; $d = 8,91$; $t_{nc}$= 1455°C; $t_s$= 2900°C.

1. Ni + 2HCl(loã.) $\xrightarrow{\tau}$ $NiCl_2 + H_2\uparrow$.

2. $3Ni + 8HNO_3$ (loã.) $= 3Ni(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$.
3. $2Ni + O_2 = 2NiO$ (500 - 1000°C).
4. $Ni + E_2 = NiE_2$ (trên 700°C, E = F; 300 - 600°C, E = Cl).
   $Ni + Br_2 = NiBr_2$ ($t$ thường trg ete).
5. $Ni + E = NiE$(đen) [900°C; E = S, Se, Te].
6. $Ni + E = NiE$(đỏ) [700 - 900°C, E = As(nikelin), Sb].
7. $2Ni + 2NH_3 = 2NiN + 3H_2$ (445°C).
8. $3Ni + 2CO \longrightarrow Ni_3C$(đen) $+ CO_2$ (270°C).
9. Ni(bột) $+ 4CO = [Ni(CO)_4]$ (50 - 100°C).
10. $Ni + 2(NH_3.H_2O)$[10%] $+ H_2O + (NH_4)_2CO_3$ (đặc) $= CO_2\uparrow +$
    $+ [Ni(H_2O)_2(NH_3)_4](OH)_2$. (đ.sôi).

## 861. NiO – NIKEN (II) OXIT

Khoáng vật bengenit. Vàng, trở nên nâu khi đun nóng trong khí quyển trơ, trở nên lục thẫm khi đun nóng trong không khí. Bền nhiệt, dạng đã nung không phản ứng với axit, nước. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit, khi thiêu kết phản ứng với kiềm và oxit của kim loại điển hình. Tan được nhờ tác dụng của hiđrat amoniac đặc. Điều chế, xem 860[3], 862[1], 864[1,2], 865[1].

$M = 74,69$; $d = 6,67$; $t_{nc} = 1955$°C.

1. $NiO(r) + 7H_2O \rightleftharpoons [Ni(H_2O)_6]^{2+} + 2OH^-$; $pT_t^{25} = 15,77$.
2. $NiO + 2HCl$(loã.) $= NiCl_2 + H_2O$.
   $NiO + H_2SO_4$(loã.) $= NiSO_4 + H_2O$.
   $NiO + 2HNO_3$(loã.) $= Ni(NO_3)_2 + H_2O$.
3. $NiO + 2NaOH = Na_2NiO_2$(lục) $+ H_2O$ (400°C).
   $NiO + BaO = (BaNi)O_2$(đen) [1200°C].
4. $NiO + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] $\xrightarrow{\tau}$ $[Ni(NH_3)_6](OH)_2$(chàm) $+ 5H_2O$.
5. $NiO + H_2 = Ni + H_2O$ (200-400°C).
   $NiO + C$ (cốc) $= Ni + CO$ (300-400°C).
6. $2NiO + SiO_2 = Ni_2SiO_4$



## 862. $Ni(OH)_2$ – NIKEN(II) HIĐROXIT

Lục nhạt, phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước. Hiđrat $Ni(OH)_2.nH_2O$ kết tủa từ dung dịch, khi để trên axit sunfuric đặc biến thành $Ni(OH)_2.0,67H_2O$. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn); phản ứng với axit loãng, khi thiêu kết phản ứng với kiềm. Tan được nhờ tác dụng của hiđrat amoniac. Chất khử yếu. Điều chế, xem 864[4], 865[4], 871[4].

$M = 92,70$; $d = 3,65$; $pT_t^{25} = 13,80$.

1. $Ni(OH)_2 = NiO + H_2O$ (230 - 360°C).
2. $Ni(OH)_2 + 2HCl$ (loã.) $= NiCl_2 + 2H_2O$.
3. $Ni(OH)_2(r) + 2NaOH(r) = Na_2[Ni(OH)_4]$ (140°C).
4. $Ni(OH)_2 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Ni(NH_3)_6](OH)_2$(chàm) $+ 6H_2O$.
5. $Ni(OH)_2 + 4(NH_3.H_2O) + 2NH_4Cl$(đặc) $= [Ni(NH_3)_6]Cl_2 + 6H_2O$.
6. $2Ni(OH)_2 + Cl_2 + 2KOH$ (đặc) $= 2NiO(OH)\downarrow + 2KCl + 2H_2O$,
   $6Ni(OH)_2 + KBrO_3$ (b.hoà) $= 6NiO(OH)\downarrow + KBr + 3H_2O$ (đ.sôi).
7. $Ni(OH)_2 + K_2S_2O_6(O_2) + 2KOH$ (đặc) $+ (n-2)H_2O =$
   $NiO_2.nH_2O\downarrow$(đen) $+ 2K_2SO_4$.
   $4(NiO_2.nH_2O)$[h.phù] $\xrightarrow{\tau}$ $4NiO(OH)\downarrow + O_2\uparrow + (4n-2)H_2O$ (đ.sôi).
8. $2Ni(OH)_2$ (h.phù) $\xrightarrow{\text{điện phân}}$ $H_2\uparrow$(catôt) $+ 2NiO(OH)\downarrow$(anôt).

## 863. NiO(OH) – NIKEN METAHIĐROXIT

Đen, không bền nhiệt. Không tan trong nước. Hiđrat màu đen-xám $Ni_2O_3).nH_2O$ kết tủa từ dung dịch, khi để dưới dung dịch sẽ "lão hoá", khi đun nóng nhẹ sẽ biến thành $(Ni^{II}Ni_2^{III})O_2(OH)_4$ màu đen (không tách được oxit khan $Ni_2O_3$). Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit thuỷ phân. Chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem 862[6-8], 964[2,6,7], 865[6].

$M = 91,70$; $d = 4,15$; $pT_t^{18} = 37,0$.

1. $4NiO(OH) = 4NiO + 2H_2O + O_2$ ( 250-350°C ).
2. $2NiO(OH) + H_2O \xrightarrow{\tau} Ni_2O(OH)_4\downarrow$ ( $t$ thường, "lão hoá").
3. $2NiO(OH) + 6HCl$ (đặc) $= Cl_2\uparrow + 2NiCl_2 + 4H_2O$.
4. $4NiO(OH) + 4H_2SO_4$ (loã.) $= O_2\uparrow + 4NiSO_4 + 6H_2O$.


5. $2NiO(OH) + 3\ H_2SO_4$ (loã.) + $2KI = I_2\downarrow + 2NiSO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$.

**864. $Ni(NO_3)_2$ – NIKEN (II) NITRAT**

Lục nhạt, không bay hơi, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac, chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem $860^2$, $861^2$, $867^4$.

$M$= 182,70; $d$=2,05(t.thể); $t_{nc}$=56,7°C (t.thể); $k_t$=94,2$^{(20)}$; 172$^{(20)}$.

1. $2Ni(NO_3)_2 = 2NiO + 4NO_2 + O_2$ (trên 500°C),
   $Ni(NO_3)_2 = Ni(NO_2)_2 + O_2$ (150°C, c.không).
2. $4\{Ni(NO_3)_2.6H_2O\} = 4NiO(OH) + 8NO_2 + O_2 + 22H_2O$ (100- 140°C),
   $2\{Ni(NO_3)_2\ .\ 6H_2O\} = 2NiO + 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$ (trên 300°C).
3. $Ni(NO_3)_2 + 6H_2O = [Ni(H_2O)_6]^{2+} + 2NO_3^-$ (pH<7, xem $865^3$).
4. $Ni(NO_3)_2$ (loã.) + 2NaOH ( đặc) = $Ni(OH)_2\downarrow + 2NaNO_3$.
5. $Ni(NO_3)_2 + NH_3.H_2O$ (loã.) = $Ni(NO_3)OH\downarrow + NH_4NO_3$,
   $Ni(NO_3)_2 + 6(NH_3.H_2O)$(đặc) = $[Ni(NH_3)_6](NO_3)_2$(chàm) + $6H_2O$.
6. $2Ni(NO_3)_2 + NaClO + 4NaOH$ ( loã.) = $2NiO(OH)\downarrow + NaCl + H_2O +$ $+ 4NaNO_3$.
   $2Ni(NO_3)_2 + 6NaOH$(đặc) + $Br_2 = 2NiO(OH)\downarrow + 4NaNO_3 + 2NaBr +$ $+ 2H_2O$.
7. $2Ni(NO_3)_2 + 4H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} H_2\uparrow$(catôt)+$2NiO(OH)\downarrow$(anôt)+ $4HNO_3$. ($t$ thường).

**865. $NiSO_4$ – NIKEN(II) SUNFAT**

Vàng nhạt (tinh thể hiđrat màu lục, khoáng vật morenozit) phân huỷ khi nung. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Điều chế, xem $861^2$, $867^3$, $868^2$.

$M$ = 154,75; $d$ = 3,68; $k_t$= 38,4$^{(20)}$;66,7$^{(80)}$.

1. $2NiSO_4 = 2NiO + 2SO_2 + O_2$ (trên 700°C).
2. $NiSO_4.7H_2O = NiSO_4 + 7H_2O$ (280°C).
3. $NiSO_4$(loã.) + $6H_2O = [Ni(H_2O)_6]^{2+} + SO_4^{2-}$,
   $[Ni(H_2O)_6]^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [Ni(H_2O)_5OH]^+ + H_3O^+$, p$K_a$ = 10,92.



4. $2NiSO_4$ (đặc) + 2NaOH(loã.) = $Ni_2SO_4(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$,
   $NiSO_4$(loã.) + 2NaOH(đặc) = $2Ni(OH)_2\downarrow + NaSO_4$.
5. $NiSO_4 + 4(NH_3.H_2O)[10\%] = [Ni(H_2O)_2(NH_3)_4]SO_4 + 2H_2O$,
   $NiSO_4 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] =$[Ni(NH_3)_6]SO_4 + 6H_2O$.
6. $2NiSO_4 + NaClO + 4NaOH$ ( loã.) = $2NiO(OH)\downarrow + NaCl + 2Na_2SO_4 +$ $+ H_2O$.
7. $NiSO_4 + 2KCN$ (loã.) = $Ni(CN)_2\downarrow + K_2SO_4$,
   $Ni(CN)_2 + 2KCN$ (đặc) + $H_2O = K_2[Ni(CN)_4].H_2O\downarrow$ (làm lạnh).
8. $2NiSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 2Ni\downarrow$ (catôt) + $O_2\uparrow$(anôt) + $2H_2SO_4$.

**866. $NiF_2$ – NIKEN(II) FLORUA**

Lục vàng, bền nhiệt, bay hơi khi nung. Tan ít trong nước, độ tan không phụ thuộc vào nhiệt độ. Từ axit flohiđric kết tinh hiđrat màu lục-chàm $NiF_2.HF.6H_2O$. Không phản ứng với axit ngay cả khi đun nóng. Bị kiềm hiđrat amoniac phân huỷ, bị hiđro khử. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem $860^4$, $867^9$.

$M$= 96,69; $d$=4,63; $t_{nc}$=1160°C ($p$);
$t_s$>1000°C; $k_t$=2,56$^{(20)}$; 2,58$^{(90)}$.

1. $NiF_2.4H_2O$(lục) = $NiF_2 + 4H_2O$ (150-350°C).
2. $NiF_2 + 2NaOH$(đặc) = $Ni(OH)_2\downarrow + 2NaF + H_2O$.
3. $NiF_2 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] = $[Ni(NH_3)_6]F_2 + 6H_2O$.
4. $NiF_2 + H_2 = Ni + 2HF$ (600°C).
5. $2NiF_2 + 3KHF_2 = (KNi)F_3 + K_2[NiF_4] + 3HF$. (800°C, ckhông).
   $2(MNi)F_3 + F_2 + 4MF = 2M_3[NiF_6]$(tím) [600°C; M = Li, Na, K].

**867. $NiCl_2$ – NIKEN(II) CLORUA**

Tinh thể nâu-vàng hoặc bột vàng, bay hơi khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (bị thuỷ phân ở cation). Tinh thể hiđrat màu lục $NiCl_2.6H_2O$ có cấu tạo $[Ni(H_2O)_4Cl_2].2H_2O$. Tan ít trong axit clohiđric đặc, amoniac lỏng. Phản ứng với axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, kiềm hiđrat amoniac, oxi, hiđro. Tham gia những phản ứng trao đổi và tạo phức. Điều chế, xem $860^{1,4}$, $862^2$, $869^{1,3}$.

$M$= 129,60; $d$=3,55; $t_{th}$=973°C ($p$);
$t_{nc}$=1009°C($p$); $k_t$=64,0$^{(20)}$; 86,2$^{(75)}$.

1. $NiCl_2.6H_2O = NiCl_2 + 6H_2O$ (175-250°C).
2. $NiCl_2$(loã.) + $6H_2O$ = $[Ni(H_2O)_6]^{2+} + 2Cl^-$ (pH < 7, xem 865[3]).
3. $NiCl_2(r)$ + $H_2SO_4$(đặc) = $NiSO_4 + HCl\uparrow$ (đ.sôi).
4. $3NiCl_2(r) + 8HNO_3(30\%) = 3Ni(NO_3)_2 + 3Cl_2\uparrow + 2NO\uparrow + 4H_2O$ (đ.sôi).
5. $NiCl_2$(đặc) + NaOH(loã.) = $NiCl(OH)\downarrow$ + NaCl,
   $NiCl_2$ (loã.) + 2NaOH (đặc) = $Ni(OH)_2\downarrow$ + 2NaCl.
6. $NiCl_2 + NH_3.H_2O$(loã.) = $NiCl(OH)\downarrow + NH_4Cl$,
   $NiCl_2 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] = $[Ni(NH_3)_6]Cl_2 + 6H_2O$,
   $NiCl_2 + 6NH_3(k) \xrightarrow{\tau} [Ni(NH_3)_6]Cl_2$ ($t$ thường).
7. $NiCl_2 + H_2 = Ni + 2HCl$ (400-500°C).
8. $2NiCl_2 + O_2 = 2NiO + 2Cl_2$ (trên 700°C).
9. $NiCl_2 + F_2 = NiF_2 + Cl_2$ (150-400°C).
   $NiCl_2$ + 2KF(loã.) = $NiF_2\downarrow$ + 2KCl.
10. $NiCl_2 + H_2S$(b.hoà) = $NiS\downarrow$ + 2HCl.
    $NiCl_2 + NH_4HS = NiS\downarrow + NH_4Cl + HCl$.
11. $NiCl_2 \xrightarrow{MCl}$ $(MNi)Cl_3$, $M[NiCl_4]$. (khi đun nóng; M = $Na^+, K^+, NH_4^+$)
    $NiCl_2 + 3CsCl = Cs[NiCl_5]$ (700°C).
12. $2NiCl_2$(loã.) + $H_2O$ + $2Na_2CO_3$(loã.) = $Ni_2CO_3(OH)_2\downarrow$ + 4NaCl + $CO_2\uparrow$. ($t$ thường).
13. $NiCl_2$(đặc) + $NaHCO_3$(đặc) = $NiCO_3\downarrow$ + NaCl + HCl.
    (250°C, $p$, trg khí quyển $CO_2$).
14. $NiCl_2$(khan) + 2en($l$) = $[Ni(en)_2]Cl_2$(chàm)
    [en là etylenđiamin, $NH_2CH_2CH_2NH_2$].
15. $NiCl_2 + 2H_2L = [Ni(HL)_2]\downarrow$(đỏ) + 2HCl.
    (trg $CH_3COOH$[loã.], $NH_3.H_2O$; $H_2L$ là đimetylglioxin $C_4H_8O_2N_2$).



16. $NiCl_2 + 2Na(C_5H_5) = [Ni(C_5H_5)_2]$(lục) + 2NaCl
    (40°C, trg ...)
17. $NiCl_2(dd) \xrightarrow{\text{điện phân}} Ni\downarrow$(catôt) + $Cl_2\uparrow$(anôt).

## 868. NiS – NIKEN(II) SUNFUA

Khoáng vật milerit. Đen, bền nhiệt. Không tan trong nước. Không phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac, hiđro. Bị axit phân huỷ. Khi kết tủa từ axit axetic hoặc khi để kết tủa dưới dung dịch, tạo nên một dạng còn ít khả năng phản ứng hơn. Điều chế, xem 860[5], 867[12].

$M = 90,76$; $d = 5,3\div5,65$; $t_{nc} = 797°C$; $pT_t^{25} = 21,03$.

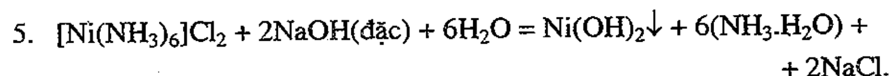
1. NiS + 2HCl (đặc) = $NiCl_2 + H_2S\uparrow$ (đ.sôi).
2. NiS + $8HNO_3$(đặc) = $NiSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$.
3. $2NiS + 2H_2O$ (hơi ẩm) $\xrightarrow{\tau}$ $(NiOH)_2S + H_2S$.
4. $2NiS + 3O_2 = 2NiO + 2SO_2$ (600 - 800°C).
5. NiS + S = $Ni(S_2)$ (xám) [450°C]
6. $2NiS + 2CO = 2Ni + CO_2 + CS_2$ (300 - 400°C, $p$).

## 869. $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ – HEXAAMMIN NIKEN(II) CLORUA

Tím-lam, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước nguội, cation bền trong môi trường amoniac. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không tan trong hiđrat amoniac. Bị nước sôi phân huỷ, phản ứng với axit, kiềm đặc. Điều chế, xem 862[5], 867[6].

$M = 231,78$; $d = 1,468$.

1. $[Ni(NH_3)_6]Cl_2 = NiCl_2 + 6NH_3$ (176,5 - 450°C).
2. $[Ni(NH_3)_6]Cl_2(dd) = [Ni(NH_3)_6]^{2+} + 2Cl^-$
   ($t$ thường, trg $NH_3.H_2O$ loã.).
   $[Ni(NH_3)_6]^{2+} + 4H_2O \rightleftharpoons [Ni(H_2O)_2(NH_3)_4]^{2+} + 2(NH_3.H_2O)$;
   $pK_{kbe} = 1,27$.
3. $[Ni(NH_3)_6]Cl_2\ (dd) = NiCl_2 + 6NH_3\uparrow$ (đ.sôi).
4. $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ + 6HCl(đặc) = $NiCl_2 + 6NH_4Cl$.


5. $[Ni(NH_3)_6]Cl_2 + 2NaOH(đặc) + 6H_2O = Ni(OH)_2\downarrow + 6(NH_3.H_2O) + 2NaCl$.

### 870. $K_2[Ni(CN)_4]$ – KALI TETRAXIANONIKELAT(II)

Đỏ-da cam phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước nguội. Bị nước sôi phân huỷ, phản ứng với axit, kiềm đặc, chất khử mạnh. Điều chế, xem 865[7].

$M = 240,96$; $d = 1,875$(t.thể).

1. $K_2[Ni(CN)_4] = 2KCN + Ni + C_2N_2$ (trên 500°C).
2. $K_2[Ni(CN)_4].H_2O = K_2[Ni(CN)_4] + H_2O$ (100°C).
3. $K_2[Ni(CN)_4]$(loã.) $+ 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + [Ni(CN)_4]^{2-}$ (vàng).
4. $K_2[Ni(CN)_4](dd) = 2KCN + Ni(CN)_2\downarrow$(tím).
5. $K_2[Ni(CN)_4] + 2HCl$(loã.) $= Ni(CN)_2\downarrow + 2KCl + 2HCN$.
6. $K_2[Ni(CN)_4] + KCN(đặc) \rightleftharpoons K_3[Ni(CN)_5](dd)$(đỏ).
7. $4K_2[Ni(CN)_4] + N_2H_4.H_2O + 4KOH(đặc) = 4K_3[Ni(CN)_4]$(đỏ) $+ N_2\uparrow + 5H_2O$.
8. $2K_2[Ni(CN)_4] + 2H^0(Zn) + 2KOH(đặc) = K_4[Ni_2(CN)_6] + 2KCN + 2H_2O$.
9. $K_2[Ni(CN)_4] \xrightarrow[KCN]{K} K_4[Ni_2(CN)_6]$(đỏ nhạt) $\xrightarrow{K,KCN} K_4[Ni(CN)_4]$ (vàng) [-75°C, trg $NH_3$ lỏng].

### 871. $[Ni(CO)_4]$ – NIKEN TETRACACBONYL

Chất lỏng không màu. Dễ sôi, bền nhiệt, ở trạng thái khí. Trộn lẫn ít với nước. Không phản ứng với axit loãng, kiềm. Bị axit sunfuric đặc, axit nitric đặc phân huỷ mãnh liệt; phản ứng với oxi. Điều chế, xem 860[9].

$M = 170,73$; $d = 1,78^{(-55)}$; $t_{nc} = -19,3$°C; $t_s = +42,3$°C.

1. $[Ni(CO)_4] = Ni + 4CO$ (180-200°C).
2. $[Ni(CO)_4] + 2H_2SO_4(đặc) = NiSO_4 + SO_2 + 4CO\uparrow + 2H_2O$.
3. $[Ni(CO)_4] + 12HNO_3(đặc) = Ni(NO_3)_2 + 10NO_2 + 4CO_2\uparrow + 6H_2O$.
4. $2[Ni(CO)_4] + 2H_2O$(hơi ẩm) $+ 5O_2$(k.khí) $\xrightarrow{t} 2Ni(OH)_2 + 8CO_2$
   $2[Ni(CO)_4] + 5O_2 = 2NiO + 8CO_2$ (300-400°C).



## RUTENI

### 872. Ru – RUTENI

Kim loại họ platin, màu trắng với sắc xám, rất cứng, giòn (nghiền được thành bột), khó nóng chảy, khó sôi. Kim loại quý: không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac, cường thuỷ. Không tạo nên cation đơn giản ở trong dung dịch. Phản ứng với axit đặc (khi có mặt oxi), chất oxi hoá mạnh (khi thiêu kết), oxi, halogen, lưu huỳnh. Hấp thụ lượng đáng kể $H_2$. Ở dạng tự sinh trong thiên nhiên, hiếm nhất trong các kim loại họ platin. Điều chế, xem 873[1,3], 876[1].

$M = 101,07$; $d = 12,30$; $t_{nc} = 2607$°C; $t_s \approx 4900$°C.

1. $Ru + 6HCl(đặc) + O_2 = H_2[RuCl_6] + 2H_2O$ (125°C, $p$).
2. $5Ru + 4H_2SO_4$(loã., ng') $+ 8KBrO_3 = 5RuO_4(dd) + 4Br_2 + 4K_2SO_4 + 4H_2O$.
3. $Ru + 2H_2O + 3Cl_2 = H_2[RuCl_4O_2] + 2HCl$ ($t$ thường).
   $4Ru + 7Cl_2 + 2nH_2O = \{RuCl_3.RuCl_4.nH_2O\}\downarrow$ (đ.sôi trg HCl đặc).
4. $Ru + O_2 = RuO_2$ (400°C)
   $2Ru + 3O_2 = RuO_2 + RuO_4$ (trên 700°C).
5. $2Ru + 5F_2 = 2RuF_5$. (300- 400°C),
   $Ru + 3F_2 = RuF_6$ (750°C, trg luồng $F_2$, làm lạnh đột ngột).
6. $2Ru + 3Cl_2 = 2RuCl_3$ (330°C, khi có mặt CO).
7. $Ru + 2S = Ru(S_2)$ (laurit) [450°C]
8. $2Ru + 4KOH + 3O_2 = 2K_2RuO_4 + 2H_2O$ (500-600°C).
   $Ru + 2KOH + 3KNO_3 = K_2RuO_4 + 3KNO_2 + H_2O$ (400-500°C).
   $Ru + K_2CO_3 + KClO_3 = K_2RuO_4 + KCl + CO_2$ (400-600°C).

### 873. $RuO_2$ – RUTENI(IV) OXIT

Đen-chàm, không bay hơi (khác với $RuO_4$), khi nung nóng chảy và phân huỷ. Ít có khả năng phản ứng: không phản ứng với nước, axit, kiềm, hiđrat amoniac. Kết tủa hiđrat $RuO_2$ từ dung dịch. Tan được nhờ tác dụng

của axit clohiđric được bão hoà khí clo. Bị peoxit kim loại kiềm oxi hoá, bị hiđro khử. Điều chế, xem 872[4], 874[1,5,6], 875[3], 876[4].

$M = 133{,}07$; $d = 6{,}97$; $t_{nc} = 955°C$; $pT_t^{18} = 49{,}0$.

1. $RuO_2 \rightleftharpoons Ru + O_2$ (955-1250°C).
   $2RuO_2 = Ru + RuO_4$ (trên 1300°C).
2. $3RuO_2 + 12HCl$(đặc,b.hoà $Cl_2$) = $[RuCl_4 + 2RuCl_3]$(dd) + $Cl_2\uparrow + 6H_2O$.
3. $RuO_2 + O_2 \underset{400-500°C}{\overset{700-1400°C}{\rightleftharpoons}} RuO_4(k)$.
4. $2RuO_2 + 3Na_2O_2 = 2Na_3RuO_4 + O_2$ (700-800°C).
5. $RuO_2 + 2H_2 = Ru + 2H_2O$ (300°C).

## 874. $RuO_4$ – RUTENI(VIII) OXIT

Da cam-vàng, bay hơi ở nhiệt độ thường, dễ nóng chảy không bền nhiệt. Tan vừa phải trong nước (hiđrat hoá và thể hiện tính axit yếu). Phản ứng với axit, kiềm, hiđro peoxit. Chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem 872[2,4], 873[1,3], 875[5-7].

$M = 165{,}07$; $d = 3{,}29$; $t_{nc} = 25{,}4°C$; $k_r = 1{,}71^{(0)}$; $2{,}03^{(20)}$.

1. $RuO_4 = RuO_2 + O_2$ (100-108°C).
2. $RuO_4(r) + nH_2O = RuO_4.nH_2O(dd)$
   $RuO_4.nH_2O + H_2O \rightleftharpoons [RuO_4(OH)](?) + H_3O^+ + (n-1)H_2O$; $pK_a = 11{,}0$.
3. $RuO_4 + 6HCl$(loã.) = $H_2[RuCl_4O_2] + Cl_2\uparrow + 2H_2O$,
   $4RuO_4 + 32HCl$(đặc) = $9Cl_2\uparrow + 2(RuCl_3.RuCl_4)\downarrow + 16H_2O$.
4. $4RuO_4 + 4KOH$(đặc) = $4KRuO_4\downarrow$(đen) + $O_2\uparrow + 2H_2O$ (t thường),
   $2RuO_4 + 4KOH$(đặc) = $2K_2RuO_4\downarrow$(da cam) + $O_2\uparrow + 2H_2O$ (đ.sôi).
5. $RuO_4 + 2H_2O_2$(loã.) = $RuO_2\downarrow + 2O_2\uparrow + 2H_2O$.

## 875. $K_2RuO_4$ – KALI TETRAOXORUTENAT(VI)

Lục với sắc đỏ, bền nhiệt. Tan nhiều trong nước, anion chỉ bền trong môi trường kiềm. Phản ứng với axit. Thể hiện tính oxi hoá-khử. Điều chế, xem 872[6], 874[4], 876[5].

$M = 243{,}26$.

1. $K_2RuO_4.H_2O = K_2RuO_4 + H_2O$ (200°C).
2. $K_2RuO_4 + 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + RuO_4^{2-}$(da cam) [trg KOH loã.]
3. $3K_2RuO_4 + 4HCl$(loã.) = $2KRuO_4$(lục) + $RuO_2\downarrow + 4KCl + 2H_2O$.
4. $2K_2RuO_4 + 12HCl$(đặc) = $2K_2[RuCl_6]$(vàng) + $O_2\uparrow + 6H_2O$ (đ.sôi).
5. $2K_2RuO_4$(đặc) + $Cl_2(dd)$ = $2KRuO_4\downarrow + 2KCl$,
   $2K_2RuO_4 + Cl_2$(b.hoà) = $2RuO_4(dd) + 2KCl$.
6. $2K_2RuO_4 + H_2O + KClO = 2KRuO_4\downarrow + KCl + 2KOH$ (t thường),
   $2K_2RuO_4 + KClO$(b.hoà) + $H_2O = RuO_4(dd) + KCl + 2KOH$. (đ.sôi).
7. $5K_2RuO_4 + 8H_2SO_4$(loã.) + $2KMnO_4 = 5RuO_4(dd) + 2MnSO_4 + 6K_2SO_4 + 8H_2O$.

## 876. $RuCl_3$ – RUTENI (III) CLORUA.

Nâu-đen, phân huỷ khi đun nóng. Không tan trong nước nguội. Hiđrat xanh chàm $RuCl_3.H_2O$ kết tinh từ axit clohiđric. Phản ứng với nước nóng, axit. Thể hiện tính oxi hoá - khử. Hợp chất được coi là $RuCl_3$ tan trong nước thực ra chứa $RuCl_3$ và $RuCl_4$. Điều chế, xem 872[6], 873[2].

$M = 207{,}43$; $d = 3{,}11$.

1. $2RuCl_3 = 2Ru + 3Cl_2$ (500-850°C).
2. $RuCl_3 + 5H_2O$(ng') = $[Ru(H_2O)_3Cl(OH)_2](dd)$(đỏ) + $2HCl$.
3. $RuCl_3 + 3HCl$(đặc) = $H_3[RuCl_6]$
4. $2RuCl_3 + 2O_2 = 2RuO_2 + 3Cl_2$ (600-700°C).
5. $2RuCl_3 + 8KOH$(loã.) + $2KMnO_4 = 2K_2RuO_4 + 2MnO_2\downarrow + 6KCl + 4H_2O$.
6. $4RuCl_3 + 2H_2S$(b.hoà) + $2H_2O = Ru(S_2)\downarrow + 2RuCl_2\downarrow + RuO_2\downarrow + 8HCl$.
7. $RuCl_3 + 2MCl$(đặc) + $H_2O = M_2[Ru(H_2O)Cl_5]$. (M = K, Rb, Cs).
8. $2RuCl_3 + 12(NH_3.H_2O)$[đặc] + $Zn = 2[Ru(NH_3)_6]Cl_2 + ZnCl_2 + 12H_2O$
   $[Ru(NH_3)_6]Cl_2 + 2H_2O \rightleftharpoons [Ru(H_2O)(NH_3)_5]Cl_2 + NH_3.H_2O$,
   $[Ru(H_2O)(NH_3)_5]Cl_2 + N_2 \rightleftharpoons [Ru(N_2)(NH_3)_5]Cl_2 + H_2O$.

## RODI

### 877. Rh – RODI

Kim loại họ platin, màu trắng bạc, cứng hơn palađi và platin, khó gia công. Khó nóng chảy, khó sôi. Trong những điều kiện đặc biệt người ta chế được dung dịch keo rođi và muội rođi (bột rođi rất mịn, rất có khả năng phản ứng). Kim loại quý: dạng tấm không phản ứng với nước, axit, cường thuỷ, kiềm, hiđrat amoniac. Muội rođi phản ứng với axit sunfuric đặc, cường thuỷ, clo trong môi trường kiềm, axit clohiđric khi có mặt oxi. Bị oxi hoá khi nấu chảy với kali hiđrosunfat. Phản ứng với oxi, halogen. Ở dạng tự sinh trong thiên nhiên (trong hợp kim của platin). Điều chế, xem 878[1,5], 879[7,8,12,13], 880[1,5].

$M = 102,906$; $d = 12,41$; $t_{nc} = 1963°C$; $t_s \approx 3700°C$.

1. $4Rh(muội) + 24HCl(đặc) + 3O_2 = 4H_3[RhCl_6] + 6H_2O$.
2. $2Rh(muội) + 6H_2SO_4(đặc, ng') = Rh_2(SO_4)_3(vàng) + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$.
3. $Rh(muội) + 6HCl(đặc) + HNO_3(đặc) = H_3[RhCl_6] + NO\uparrow + 2H_2O$.
4. $4Rh + 3O_2 \xrightarrow{\tau} 2Rh_2O_3$ (600-800°C).
   $2Rh(muội) + 3O_3 = Rh_2O_3 + 3O_2$ ($t$ thường).
5. $2Rh + 5F_2 = 2RhF_5$ (400°C).
   $Rh + 3F_2 = RhF_6$ (700-750°C).
6. $2Rh + 3Cl_2 = 2RhCl_3$ (400-600°C).
7. $2Rh(muội) + 10NaOH(loãng) + 5Cl_2 = Rh_2O_3\downarrow + O_2\uparrow + 10NaCl + 5H_2O$.
8. $2Rh + 3Cl_2 + 6NaCl = 2Na_3[RhCl_6]$ (300°C).
9. $2Rh + 12KHSO_4 = 2K_3[Rh(SO_4)_3] + 3SO_2 + 6H_2O + 3K_2SO_4$. (700°C).

### 878. $Rh_2O_3$ – RODI(III) OXIT

Đen-xám, bền nhiệt, phân huỷ khi đun nóng trong chân không. Dạng đã nung thụ động hoá học, không phản ứng với nước, axit, kiềm, hiđrat amoniac. Hiđrat màu vàng nhạt $Rh_2O_3.7H_2O$ (hay $Rh(OH)_3.2H_2O$) kết tủa từ dung dịch, có khả năng phản ứng hơn, phản ứng với axit. Thể hiện tính oxi hoá khử. Điều chế, xem 877[4,7], 879[2,5,9], 880[4].

$M = 253,81$; $d = 8,20$.

1. $2Rh_2O_3 = 4Rh + 3O_2$ (trên 1100°C, c.không).
2. $Rh_2O_3.7H_2O = Rh_2O_3 + 7H_2O$ (trên 200°C).
3. $Rh_2O_3.7H_2O(r) + 8H_2O \rightleftharpoons 2[Rh(H_2O)_6]^{3+} + 6OH^-$; $pT_t^{18} = 47,70$.
4. $Rh_2O_3 + 6HCl(đặc) = H_3[RhCl_6] + 3H_2O$.
5. $Rh_2O_3 + 3H_2 = 2Rh + 3H_2O$ (400°C).
6. $Rh_2O_3.7H_2O + Na[Sn(OH)_3] + NaOH(đặc) = 2Rh(OH)_2\downarrow(chậm) + Na_2[Sn(OH)_6] + 4H_2O$.
7. $Rh_2O_3 + 4NaOH(đặc) + 3NaClO = 2Na_2RhO_4(dd) + 3NaCl + 2H_2O$.

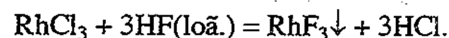
### 879. $RhCl_3$ – RODI(III) CLORUA

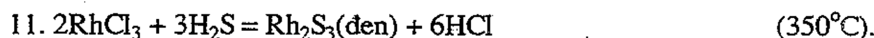
Đỏ-nâu, thăng hoa trong luồng khí clo ở 900°C. Sau khi nung, không tan trong nước, hiđrat $RhCl_3.nH_2O$ tan nhiều hơn (dưới đây trình bày tính chất của hiđrat). Không phân li trong nước, dung dịch vừa mới pha không cho kết tủa khi thêm $AgNO_3$. Không phản ứng với axit nitric. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac, hiđro. Điều chế, xem 877[6], 880[3].

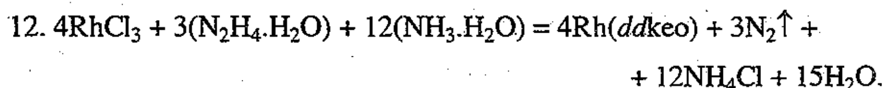
$M = 209,27$; $d = 3,11$.

1. $2RhCl_3 = 2Rh + 3Cl_2$ (trên 694°C).
2. $RhCl_3.nH_2O = RhCl_3 + nH_2O$ (đến 80°C, c.không, có thể $n = 4$).
   $2(RhCl_3.nH_2O) = Rh_2O_3 + 6HCl + (2n-3)H_2O$ (trên 180°C).
3. $RhCl_3 + 3H_2O = [Rh(H_2O)_3Cl_3](nâu)$.
4. $RhCl_3 + 3HCl(đặc) + 3H_2O = H_3[RhCl_6] + 3H_2O = 3H_3O^+ + [RhCl_6]^{3-}$ (hồng).
5. $2RhCl_3 + 6NaOH(loãng) = Rh_2O_3\downarrow + 6NaCl + 3H_2O$.
6. $RhCl_3 + 6(NH_3.H_2O)[đặc] = [Rh(NH_3)_6]Cl_3\downarrow + 6H_2O$ (trg rượu etylic).
7. $RhCl_3 + 3MCl(đặc) = M_3[RhCl_6]\downarrow$ (trg rượu etylic, $M = Na^+, K^+, NH_4^+$).
8. $2RhCl_3 + 3H_2 = 2Rh + 6HCl$ (400°C, trg luồng $CO_2$).
9. $4RhCl_3 + 3O_2 = 2Rh_2O_3 + 6Cl_2$ (750-800°C).

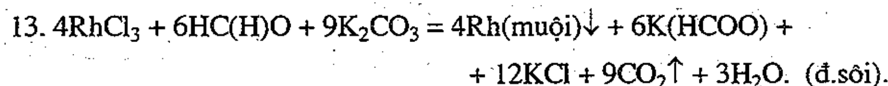

10. $2RhCl_3 + 3F_2 = 2RF_3 + 3Cl_2$ (600°C),


$RhCl_3 + 3HF(\text{loã.}) = RhF_3\downarrow + 3HCl$.


11. $2RhCl_3 + 3H_2S = Rh_2S_3(\text{đen}) + 6HCl$ (350°C).


12. $4RhCl_3 + 3(N_2H_4.H_2O) + 12(NH_3.H_2O) = 4Rh(dd\text{keo}) + 3N_2\uparrow +$

$+ 12NH_4Cl + 15H_2O$.

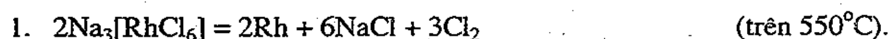

13. $4RhCl_3 + 6HC(H)O + 9K_2CO_3 = 4Rh(\text{muội})\downarrow + 6K(HCOO) +$

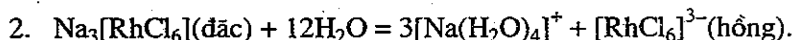
$+ 12KCl + 9CO_2\uparrow + 3H_2O$. (đ.sôi).

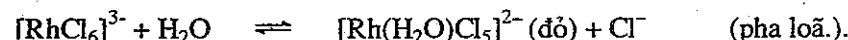
## 880. $Na_3[RhCl_6]$ – NATRI HEXACLORORODAT(III).

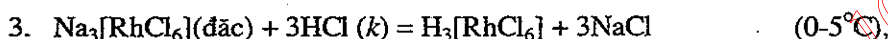
Hồng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước, anion được aqua hoá. Tạo nên tinh thể nâu đỏ thẫm $Na_3[RhCl_6].12H_2O$. Phản ứng với kiềm, bị hiđro khử. Điều chế, xem 877[8], 879[7].

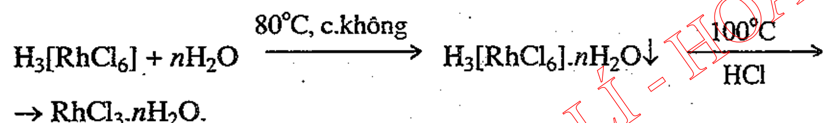
$M = 384,59$.


1. $2Na_3[RhCl_6] = 2Rh + 6NaCl + 3Cl_2$ (trên 550°C).

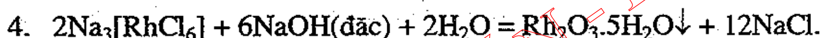

2. $Na_3[RhCl_6](\text{đặc}) + 12H_2O = 3[Na(H_2O)_4]^+ + [RhCl_6]^{3-}$(hồng).


$[RhCl_6]^{3-} + H_2O \rightleftharpoons [Rh(H_2O)Cl_5]^{2-}(\text{đỏ}) + Cl^-$ (pha loã.).

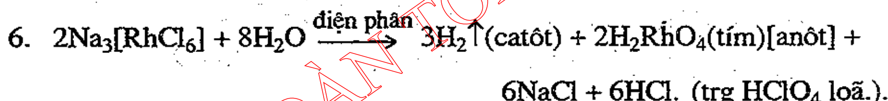

3. $Na_3[RhCl_6](\text{đặc}) + 3HCl\ (k) = H_3[RhCl_6] + 3NaCl$ (0-5°C),


$H_3[RhCl_6] + nH_2O \xrightarrow{80°C,\ \text{c.không}} H_3[RhCl_6].nH_2O\downarrow \xrightarrow[HCl]{100°C}$

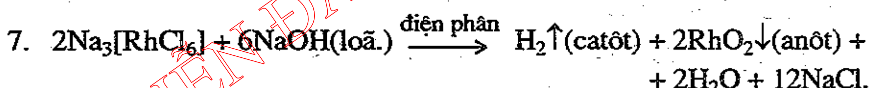
$\rightarrow RhCl_3.nH_2O$.


4. $2Na_3[RhCl_6] + 6NaOH(\text{đặc}) + 2H_2O = Rh_2O_3.5H_2O\downarrow + 12NaCl$.


5. $2Na_3[RhCl_6] + 3H_2 = 2Rh + 6NaCl + 6HCl$ (400-500°C).


6. $2Na_3[RhCl_6] + 8H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} 3H_2\uparrow(\text{catôt}) + 2H_2RhO_4(\text{tím})[\text{anôt}] +$

$6NaCl + 6HCl$. (trg $HClO_4$ loã.).


7. $2Na_3[RhCl_6] + 6NaOH(\text{loã.}) \xrightarrow{\text{điện phân}} H_2\uparrow(\text{catôt}) + 2RhO_2\downarrow(\text{anôt}) +$

$+ 2H_2O + 12NaCl$.

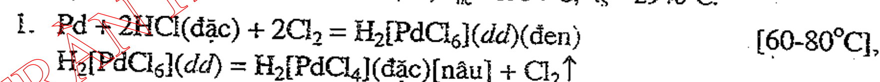


## PALAĐI

## 881. Pd -PALAĐI

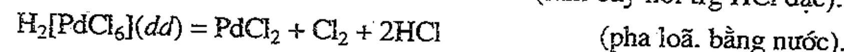
Kim loại họ platin, màu xám nhạt, tương đối mềm, rèn được. Nhẹ nhất, dễ nóng chảy nhất và có khả năng phản ứng nhất trong các kim loại họ palatin. Trong những điều kiện đặc biệt, người ta chế được dung dịch keo palađi và muội palađi (bột palađi rất mịn). Cation $Pd^{2+}$ trong dung dịch có màu nâu. Kim loại quý; không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Phản ứng với axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, cường thuỷ, halogen, lưu huỳnh. Bị kali hiđrosunfat oxi hoá khi nấu chảy. Hấp thụ lượng tối đa (trong các kim loại) $H_2$, trong đó hiđro đã được hấp lưu nằm ở trạng thái nguyên tử, kim loại đã được bão hoà hiđro có thể bốc cháy trong không khí. Ở dạng tự sinh trong thiên nhiên (trong hợp kim của platin). Điều chế, xem 885[9], 886[7,8], 888[1,8].

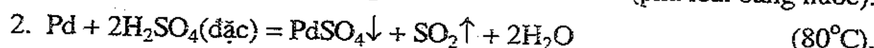
$M = 106,42$; $d = 12,02$; $t_{nc} = 1554°C$; $t_s = 2940°C$.

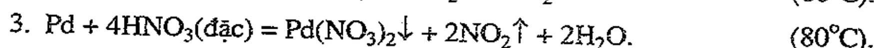

1. $Pd + 2HCl(\text{đặc}) + 2Cl_2 = H_2[PdCl_6](dd)(\text{đen})$ [60-80°C],

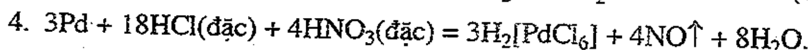
$H_2[PdCl_6](dd) = H_2[PdCl_4](\text{đặc})[\text{nâu}] + Cl_2\uparrow$

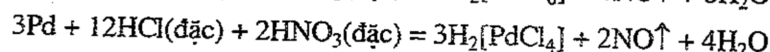
(làm bay hơi trg HCl đặc).


$H_2[PdCl_6](dd) = PdCl_2 + Cl_2 + 2HCl$ (pha loã. bằng nước).


2. $Pd + 2H_2SO_4(\text{đặc}) = PdSO_4\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$ (80°C).


3. $Pd + 4HNO_3(\text{đặc}) = Pd(NO_3)_2\downarrow + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$. (80°C).


4. $3Pd + 18HCl(\text{đặc}) + 4HNO_3(\text{đặc}) = 3H_2[PdCl_6] + 4NO\uparrow + 8H_2O$.

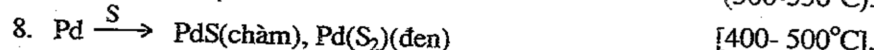

$3Pd + 12HCl(\text{đặc}) + 2HNO_3(\text{đặc}) = 3H_2[PdCl_4] + 2NO\uparrow + 4H_2O$

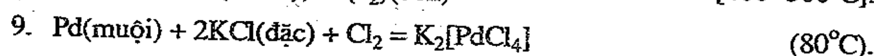
(đ.sôi).

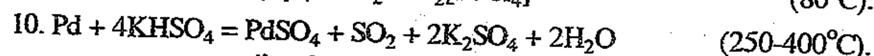

5. $2Pd(\text{muội}) + O_2 = 2PdO$ (đến 730°C).

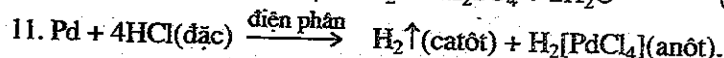

6. $2Pd + 3F_2 = 2PdF_3$ (400-500°C).


7. $Pd + Cl_2 = PdCl_2$ (500-550°C).


8. $Pd \xrightarrow{S} PdS(\text{chàm}), Pd(S_2)(\text{đen})$ [400- 500°C].


9. $Pd(\text{muội}) + 2KCl(\text{đặc}) + Cl_2 = K_2[PdCl_4]$ (80°C).


10. $Pd + 4KHSO_4 = PdSO_4 + SO_2 + 2K_2SO_4 + 2H_2O$ (250-400°C).


11. $Pd + 4HCl(\text{đặc}) \xrightarrow{\text{điện phân}} H_2\uparrow(\text{catôt}) + H_2[PdCl_4](\text{anôt})$.

### 882. PdO – PALAĐI(II) OXIT

Khoáng vật palađinit. Đen phân huỷ khi đun nóng mạnh. Không tan trong nước, trong những điều kiện đặc biệt tạo nên dung dịch keo nâu. Dạng đã nung ít có khả năng phản ứng. Không phản ứng với cường thuỷ. Phản ứng với axit brom hiđric đặc, với oxit kim loại điển hình khi thiêu kết. Dễ bị hiđro khử. Điều chế, xem 881[5], 883[1], 884[1], 885[13], 886[3].

$M = 122,42$; $d = 8,70$.

1. $2PdO = 2Pd + O_2$ (780- 800°C).
2. $PdO(r) + 5H_2O \rightleftharpoons [Pd(H_2O)_4]^{2+} + 2OH^-$; $pT_t^{25} = 32,92$.
3. $PdO + 4HBr$(đặc) $= H_2[PdBr_4] + H_2O$.
5. $PdO + K_2O = K_2PdO_2$ (600°C, trg khí quyển Ar).
6. $PdO$(*dd* keo) $+ 4HCl$(đặc) $= H_2[PdCl_4] + H_2O$.
7. $2PdO$(*dd* keo) $+ N_2H_4.H_2O = 2Pd$(*dd* keo) $+ N_2\uparrow + 3H_2O$.

### 883. $Pd(OH)_2$ – PALAĐI(II) HIĐROXIT

Vô định hình màu nâu, phân huỷ khi đun nóng mạnh. Không tan trong nước. Thể hiện lưỡng tính (tính bazơ trội hơn): phản ứng với axit loãng, kiềm đặc, hiđrat amoniac. Dễ bị hiđro, hiđrat hiđrazin khử, bị cường thuỷ oxi hoá. Điều chế, xem 884[2,5], 886[1], 888[3,6].

$M = 140,43$; $pT_t^{25} = 28,92$.

1. $Pd(OH)_2 = PdO + H_2O$ (trên 500°C).
2. $Pd(OH)_2 + 2HCl$(loã.) $= PdCl_2\downarrow + 2H_2O$.
3. $Pd(OH)_2 + 18HCl$(đặc) $+ 2HNO_3$(đặc) $= 3H_2[PdCl_6] + 2NO\uparrow + 10H_2O$.
4. $Pd(OH)_2 + 2NaOH$(đặc) $= Na_2[Pd(OH)_4]$(vàng).
5. $Pd(OH)_2 + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Pd(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$.
6. $Pd(OH)_2 + H_2 = Pd + 2H_2O$ (*t* thường).
7. $2Pd(OH)_2 + N_2H_4.H_2O = 2Pd$(muội)$\downarrow + N_2\uparrow + 5H_2O$ (đ.sôi).

### 884. $Pd(NO_3)_2$ – PALAĐI(II) NITRAT

Nâu vàng, là polime $\{Pd(NO_3)_2\}_n$. Không bền nhiệt, phân huỷ khi đun nóng. Bị thuỷ phân hoàn toàn, tan nhiều trong nước, đã axit hoá, tan ít trong axit nitric đặc. Phản ứng với axit clohiđric đặc. Kiềm, hiđrat amoniac. Điều chế, xem 881[3].

$M = 230,43$.

1. $2Pd(NO_3)_2 = 2PdO + 4NO_2 + O_2$ (trên 350°C).
2. $Pd(NO_3)_2 + H_2O = PdNO_3(OH)\downarrow + HNO_3$ (*t* thường).
   $Pd(NO_3)_2 + 2H_2O = Pd(OH)_2\downarrow + 2HNO_3$ (đ.sôi).
3. $Pd(NO_3)_2 + 4H_2O = [Pd(H_2O)_4]^{2+}\downarrow + 2NO_3^-$ (trg $HNO_3$ loã.).
4. $Pd(NO_3)_2 + 4HCl$(đặc) $= H_2[PdCl_4] + 2HNO_3$.
5. $Pd(NO_3)_2 + 2NaOH$(loã.) $= Pd(OH)_2\downarrow + 2NaNO_3$.
6. $Pd(NO_3)_2 + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Pd(NH_3)_4](NO_3)_2 + 4H_2O$.

### 885. $PdCl_2$ – PALAĐI(II) CLORUA

Nâu-tím, bay hơi khi đun nóng, nóng chảy dưới áp suất dư của $Cl_2$. Tan vừa phải trong nước nguội, thực tế không phân li; tinh thể hiđrat $PdCl_2.2H_2O$ tan nhiều hơn muối khan. Bị thuỷ phân trong nước nóng, phản ứng với axit clohiđric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Bị hiđro, axit fomic khử. Tham gia phản ứng tạo phức. Để thực hiện phản ứng người ta thường dùng dưới dạng dung dịch $H_2[PdCl_4]$. Điều chế, xem 881[1,7], 883[2].

$M = 177,33$; $d = 4,08$; $t_{nc} = 680°C$ (*p*).

1. $PdCl_2 = Pd + Cl_2$ (590-740°C).
2. $PdCl_2.2H_2O$(đỏ-nâu) $= PdCl_2 + 2H_2O$ (150°C, c.không).
3. $PdCl_2$(loã.) $+ 2H_2O$(ngu.) $= [Pd(H_2O)_2Cl_2]$.
4. $PdCl_2 + 2H_2O(ng') = Pd(OH)_2\downarrow + 2HCl$.
5. $3PdCl_2 + 12HCl$(đặc) $+ 2HNO_3$(đặc) $= 3H_2[PdCl_6] + 2NO\uparrow + 4H_2O$.
6. $PdCl_2 + 2NaOH$(loã.) $= Pd(OH)_2\downarrow + 2NaCl$.
7. $PdCl_2 + 2NH_4Cl$(loã.) $=$ *cis*-$[Pd(NH_3)_2Cl_2]\downarrow + 2HCl$.
8. $PdCl_2 + 2(NH_3.H_2O)$[loã.] $=$ *trans*-$[Pd(NH_3)_2Cl_2]\downarrow + 2H_2O$.
9. $PdCl_2$(h.phù) $+ H_2 = Pd\downarrow + 2HCl$ (*t* thường).
   $PdCl_2 + HCOOH = Pd$(muội)$\downarrow + 2HCl + CO_2\uparrow$ (50-70°C).
10. $PdCl_2 + 2MCl$(đặc) $= M_2[PdCl_4]$(*dd*) (M = H, Na).

11. $PdCl_2 + H_2S$(b.hoà) = $PdS\downarrow$(đen) + 2HCl.

12. $PdCl_2 + H_2O + CO = Pd\downarrow + 2HCl + CO_2\uparrow$ (*t* thường).

13. $PdCl_2 + NaNO_3 = PdO + NaNO_2 + Cl_2$ (270-370°C).

### 886. $K_2[PdCl_4]$ – KALI TETRACLOROPALAĐAT (II)

Nâu-vàng, nóng chảy không phân huỷ, bền nhiệt. Tan ít trong nước nguội. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit loãng. Bị nước sôi, cường thuỷ, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Thể hiện tính oxi hoá khử. Điều chế, xem 881[9], 887[1,3].

$M = 326{,}43$; $d = 2{,}67$; $t_{nc} = 525°C$; $pT_t^{18} = 4{,}80$.

1. $K_2[PdCl_4] + 2H_2O = Pd(OH)_2\downarrow + 2KCl + 2HCl\uparrow$ (đ.sôi).
2. $3K_2[PdCl_4]$ + 6HCl(đặc) + $2HNO_3$(đặc) = $3K_2[PdCl_6]\downarrow + 2NO\uparrow$ + + $4H_2O$.
3. $K_2[PdCl_4]$ + 2KOH(loã.) = PdO (*dd* keo) + 4KCl + $H_2O$.
4. $2K_2[PdCl_4]$ + $4(NH_3.H_2O)$[loã.] = $[Pd(NH_3)_4][Pd^{II}Cl_4]\downarrow$ + 4KCl + + $4H_2O$.
5. $K_2[PdCl_4]$ + $2NH_4Cl$(loã.) = *cis*-$[Pd(NH_3)_2Cl_2]\downarrow$ + 2KCl + 2HCl.
6. $K_2[PdCl_4]$(h.phù) + $Cl_2$ = $K_2[PdCl_6]\downarrow$ (khi có mặt KCl).
7. $2K_2[PdCl_4] + N_2H_4.H_2O$ + $4(NH_3.H_2O)$[loã.] = 2Pd(*dd* keo) + $N_2\uparrow$ + + 4KCl + $5H_2O$ + $4NH_4Cl$.
8. $K_2[PdCl_4]$ + K(HCOO) = Pd(muội)$\downarrow$ + 3KCl + $CO_2\uparrow$ + HCl (đ.sôi).

### 887. $K_2[PdCl_6]$ – KALI HEXACLOPALAĐAT(IV)

Nâu-đỏ, phân huỷ khi đun nóng. Tan ít trong nước nguội. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Bị nước sôi, axit clohiđric đặc, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem 886[2,6].

$M = 397{,}33$; $d = 2{,}74$; $pT_t^{25} = 5{,}22$.

1. $K_2[PdCl_6] = K_2[PdCl_4] + Cl_2$ (380°C).
2. $K_2[PdCl_6] + 2H_2O = Pd(OH)_2\downarrow + Cl_2\uparrow + 2KCl + 2HCl\uparrow$ (đ.sôi).
3. $K_2[PdCl_6] = K_2[PdCl_4]\downarrow + Cl_2\uparrow$ (trg HCl đặc, ng').
4. $K_2[PdCl_6]$ + 4KOH(loã.) = $PdO_2\downarrow$ + 6KCl + $2H_2O$ (đ.sôi).



5. $3K_2[PdCl_6]$ + $8(NH_3.H_2O)$[loã.] = 3*cis*-$[Pd(NH_3)_2Cl_2]\downarrow$ + $N_2\uparrow$ + + 6KCl + $6NH_4Cl$.

### 888. $[Pd(NH_3)_2Cl_2]$ - ĐICLORОĐIAMMINPALAĐI

Có dạng đồng phân *trans*, bền màu da cam và dạng đồng phân *cis*, không bền, màu nâu vàng. Có oligome phối trí $[Pd(NH_3)_4][Pd^{II}Cl_4]$. Không bền nhiệt. Tan ít trong nước nguội. Không tạo nên tinh thể hiđrat bị nước sôi phân huỷ, phản ứng với axit, kiềm, hiđrat amoniac. Bị cường thuỷ và clo oxi hoá, bị hiđro khử. Điều chế, xem 885[7,8], 886[4], 887[5].

$M = 211{,}39$; $d = 2{,}5$; $k_t = 0{,}304^{(16)}$.

1. $3[Pd(NH_3)_2Cl_2] = 3Pd + 4NH_4Cl + 2HCl + N_2$ (trên 210°C).
2. *cis*-$[Pd(NH_3)_2Cl_2]$(h.phù) $\xrightarrow{\tau}$ *trans*- $[Pd(NH_3)_2Cl_2]$ (*t* thường).
3. $[Pd(NH_3)_2Cl_2] + 2H_2O = Pd(OH)_2\downarrow + 2NH_4Cl$ (đ.sôi, *p*).
4. $[Pd(NH_3)_2Cl_2]$ + 2HCl(đặc) = $(NH_4)_2[PdCl_4]\downarrow$ (80°C).
5. $3[Pd(NH_3)_2Cl_2]$ + 12HCl(đặc) + $2HNO_3$(đặc) = $3(NH_4)_2[PdCl_6]\downarrow$ + + $2NO\uparrow + 4H_2O$.
6. $[Pd(NH_3)_2Cl_2]$ + 2NaOH(loã.) = $Pd(OH)_2\downarrow$ + 2NaCl + $2NH_3\uparrow$(đ.sôi).
7. $[Pd(NH_3)_2Cl_2]$ + $2(NH_3.H_2O)$[đặc] = $[Pd(NH_3)_4]Cl_2 + 2H_2O$.
8. $[Pd(NH_3)_2Cl_2] + H_2 = Pd + 2NH_4Cl$ (900°C).
9. *trans*-$[Pd(NH_3)_2Cl_2] + Cl_2$ = *trans*-$[Pd(NH_3)_4Cl_4]$ (*t* thường).

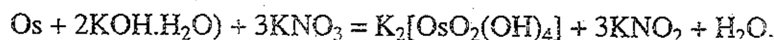
## OSMI

### 889. Os - OSMI

Kim loại họ paltin màu nâu nhạt với sắc xám, nặng nhất trong các kim loại, rất cứng, giòn (nghiền được thành bột), khó nóng chảy, khó sôi. Kim loại quý: không phản ứng với nước, axit loãng, kiềm, hiđrat amoniac. Dễ bị oxi hoá trong không khí đến số oxi hoá cực đại (+VIII). Không tạo nên cation đơn giản trong dung dịch. Phản ứng với axit sunfuric đặc, chất oxi hoá mạnh, halogen, lưu huỳnh. Hấp thụ lượng rõ rệt $H_2$. ở dạng tự sinh trong thiên nhiên (hợp kim với vàng, iriđi, platin). Điều chế, xem 890[5,6], 891[5], 892[5], 893[6].

$M = 190{,}2$; $d = 22{,}61$; $t_{nc} = 3027°C$; $t_s = 5000°C$.

1. $Os + 6HCl$(đặc) $+ O_2 \xrightarrow{t} H_2[OsCl_6] + 2H_2O$.
2. $Os + 8HNO_3$(đặc) $= [Os(H_2O)_2O_4] + 8NO_2 + 2H_2O$.
3. $Os + 4H_2O_2$(đặc) $= [Os(H_2O)_2O_4] + 2H_2O$ (đ.sôi).
4. $Os + 3KClO + 2KOH$(đặc, ng') $+ H_2O = K_2[OsO_2(OH)_4] + 3KCl$.
5. $Os + 2(KOH.H_2O) + KClO_3 = K_2[OsO_2(OH)_4] + KCl + H_2O$. (150°C).


$Os + 2KOH.H_2O) + 3KNO_3 = K_2[OsO_2(OH)_4] + 3KNO_2 + H_2O$. (150°C).


$2Os + 4(KOH.H_2O) + 3O_2 = 2K_2[OsO_2(OH)_4] + 2H_2O$. (150°C).

6. $Os + 2O_2 = OsO_4$. (400°C cháy trg k khí ).


$Os + OsO_4 = 2OsO_2$. (150°C).

7. $Os + 3F_2 = OsF_6$. (200°C cháy trg flo).
8. $2Os + 7F_2 = 2OsF_7$(vàng). [500-600°C, $p$, làm lạnh đến 150°C].
9. $2Os + 10HF = 2OsF_5 + 5H_2$. (100°C).
10. $2Os + 3Cl_2 = 2OsCl_3$. (100-500°C).


$Os + 2Cl_2 = OsCl_4$. (650-700°C).

11. $Os + 2S = Os(S_2)$. (450°C).
12. $Os + 2KCl + 2Cl_2 = K_2[OsCl_6]$(đỏ) (500-600°C).

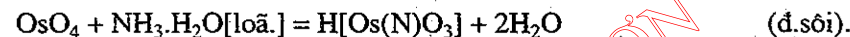
**890. $OsO_4$ – OSMI(VIII) OXIT**

Vàng nhạt ( gần như trắng), bay hơi, dễ nóng chảy ( trạng thái lỏng giống dầu), dễ sôi ( monome ở trạng thái khí). Rất có khả năng phản ứng: phản ứng với nước ( tạo nên dung dịch gần như trung tính), axit clohiđric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Chất oxi hoá mạnh: bị hiđro khử, phản ứng với chất khử điển hình. Điều chế, xem 889[6], 893[1].

$M = 254,20$; $d = 4,906$; $t_{nc} = 40,6°C$; $t_s = 131,2°C$.
$k_t = 5,3^{(o)}$; $6,44^{(20)}$; $7,47^{(25)}$.

1. $OsO_4 + 2H_2O = [Os(H_2O)_2O_4]$.
2. $OsO_4 + 10HCl$(đặc) $= H_2[OsCl_6] + 2Cl_2\uparrow + 4H_2O$.
3. $OsO_4 + 2MOH$(đặc) $= M_2[$*trans*-$OsO_4(OH)_2]$( nâu). [M=K,Cs,1/2Ba]

4. $OsO_4 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= (NH_4)_2[OsO_4(OH)_2]$(đỏ). [*t* thường].


$OsO_4 + NH_3.H_2O$[loã.] $= H[Os(N)O_3] + 2H_2O$ (đ.sôi).

5. $OsO_4 + 4H_2 = Os + 4H_2O$ (250°C).
6. $OsO_4 + 4FeCl_2 + 8HCl$(đặc) $+ 2NH_4Cl = (NH_4)_2[OsCl_6]\downarrow$(đỏ) $+ 4FeCl_3 + 4H_2O$.


$(NH_4)_2[OsCl_6] + 2H_2 = Os + 2NH_4Cl + 4HCl$ (300-400°C).

7. $OsO_4 + KNO_2$(loã.) $+ 2KOH + H_2O = K_2[OsO_2(OH)_4] + KNO_3$.

**891. $OsCl_3$ – OSMI(III) CLORUA**

Đen-nâu, bay hơi, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước, phân li không đáng kể, bị thuỷ phân ở cation. Kết tinh hiđrat màu lục thẫm $OsCl_3.3H_2O$ từ dung dịch axit clohiđric loãng. Phản ứng với axit đặc là chất oxi hoá, kiềm, cacbon monooxit. Dễ bị khử đến kim loại. Điều chế, xem 889[10], 892[6].

$M = 296,56$.

1. $2OsCl_3 = OsCl_2 + OsCl_4$ (500-600°C, c.không).
2. $OsCl_3$(loã.) $+ 4H_2O \rightleftharpoons [Os(H_2O)_4Cl_2]^+ + Cl^-$,


$[Os(H_2O)_4Cl_2]^+ + H_2O \rightleftharpoons [Os(H_2O)_3Cl_2(OH)]^- + H_3O^+$.

3. $OsCl_3 + 5HNO_3$(đặc)$+H_2O = [Os(H_2O)_2O_4] + 5NO_2\uparrow + 3HCl$ (đ.sôi).
4. $2OsCl_3 + 6NaOH$(loã.) $+ (n-3)H_2O = Os_2O_3.nH_2O\downarrow + 6NaCl$.
5. $2OsCl_3 + 3SO_2$(b.hoà) $+ 6H_2O = 2Os\downarrow + 3H_2SO_4 + 6HCl$.


$OsCl_3 + 3FeCl_2 = Os\downarrow + 3FeCl_3$ (trg HCl loã.).

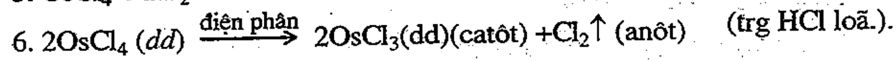
**892. $OsCl_4$ – OSMI(IV) CLORUA**

Nâu với sắc đen, bay hơi, bền nhiệt, nóng chảy không phân huỷ. Bị thuỷ phân, phản ứng với axit, kiềm. Điều chế, xem 889[10], 891[1].

$M = 332,01$; $t_{nc} = 323°C$.

1. $OsCl_4 + 4H_2O \xrightarrow{t} Os(OH)_4\downarrow + 4HCl$.
2. $OsCl_4(r) + 2HCl$(đặc) $\rightleftharpoons H_2[OsCl_6]$(da cam).
3. $OsCl_4 + 4HNO_3$(đặc, ng') $= [Os(H_2O)_2O_4] + 4NO_2\uparrow$.
4. $OsCl_4 + 4NaOH$(loã.) $= Os(OH)_4\downarrow + 4NaCl$.

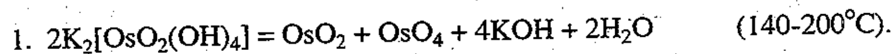

5. $OsCl_4 + 2H_2 = Os + 4HCl$ (250°C).

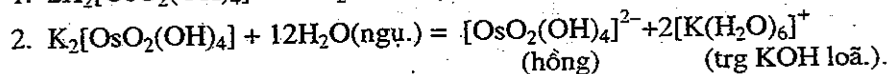

6. $2OsCl_4$ (*dd*) $\xrightarrow{\text{điện phân}}$ $2OsCl_3$(dd)(catôt) $+ Cl_2\uparrow$ (anôt) (trg HCl loãng).

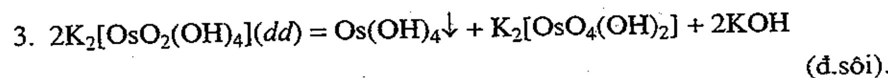
### 893. $K_2[OsO_2(OH)_4]$ – KALI TETRAHIĐRODIOXOOSMAT(VI)

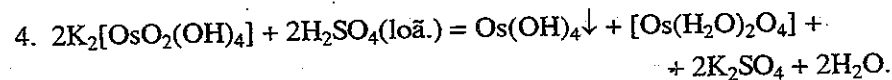
Tím-đỏ, phân huỷ khi đun nóng. Trước kia được mô tả bằng công thức $K_2OsO_4.2H_2O$ (kali osmat khan không tách được). Tan nhiều trong nước nguội, bền trong dung dịch kiềm. Bị nước sôi, axit phân huỷ. Bị đihiđro sunfua, kali xianua, hiđro khử. Bị $O_2$ không khí oxi hoá. Điều chế, xem $889^{4,5}$, $890^7$.

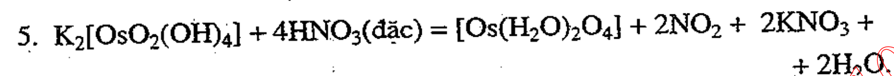
$M = 368,42$.


1. $2K_2[OsO_2(OH)_4] = OsO_2 + OsO_4 + 4KOH + 2H_2O$ (140-200°C).

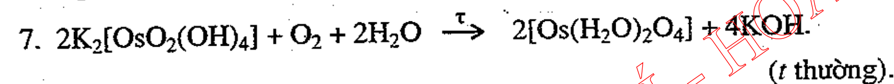

2. $K_2[OsO_2(OH)_4] + 12H_2O$(ngu.) $= [OsO_2(OH)_4]^{2-}$ (hồng) $+ 2[K(H_2O)_6]^+$ (trg KOH loãng).

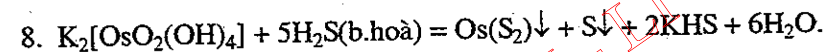

3. $2K_2[OsO_2(OH)_4]$(*dd*) $= Os(OH)_4\downarrow + K_2[OsO_4(OH)_2] + 2KOH$ (đ.sôi).


4. $2K_2[OsO_2(OH)_4] + 2H_2SO_4$(loãng) $= Os(OH)_4\downarrow + [Os(H_2O)_2O_4] + 2K_2SO_4 + 2H_2O$.


5. $K_2[OsO_2(OH)_4] + 4HNO_3$(đặc) $= [Os(H_2O)_2O_4] + 2NO_2 + 2KNO_3 + 2H_2O$.


6. $K_2[OsO_2(OH)_4] + 3H_2 = Os + 2KOH + 4H_2O$. (200°C).


7. $2K_2[OsO_2(OH)_4] + O_2 + 2H_2O \xrightarrow{\tau} 2[Os(H_2O)_2O_4] + 4KOH$. (*t* thường).

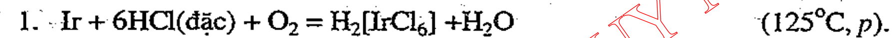

8. $K_2[OsO_2(OH)_4] + 5H_2S$(b.hoà) $= Os(S_2)\downarrow + S\downarrow + 2KHS + 6H_2O$.

## IRIĐI

### 894. Ir – IRIĐI

Kim loại họ platin màu trắng bạc, rất cứng, giòn, rất khó nóng chảy, khó sôi. Trong những điều kiện đặc biệt người ta chế được dung dịch keo iriđi. Kim loại quý: Không phản ứng với nước, axit, cường thuỷ, kiềm, hiđrat amoniac. Cation $Ir^{3+}$ có màu nâu vàng trong dung dịch. Tan được trong axit clohiđric đặc khi có mặt $O_2$. Phản ứng với chất oxi hoá mạnh (khi nấu chảy), oxi, halogen, lưu huỳnh. Ở dạng tự sinh trong thiên nhiên (hợp kim với osmi và platin). Điều chế, xem $895^7$, $897^{1,7,8}$, $899^{1,8}$, $900^{1,6}$, $901^{1,6}$.

$M = 192,22$; $d = 22,421$; $t_{nc} = 2443$°C; $t_s = 4380$°C.


1. $Ir + 6HCl$(đặc) $+ O_2 = H_2[IrCl_6] + H_2O$ (125°C, *p*).


2. $Ir$(bột) $+ O_2 = IrO_2$ (đến 600°C).

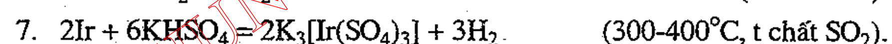

3. $Ir + 3F_2 = IrF_6$ (đến 240°C).

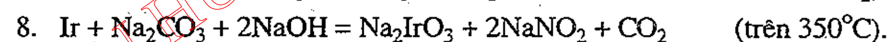

$2Ir + 5F_2 = 2IrF_5$ (350- 800°C).


4. $2Ir + 3Cl_2 = 2IrCl_3$ (600-620°C, khi có mặt CO, dưới ánh sáng).


5. $Ir \xrightarrow{S} Ir_2S_3, IrS_2$ (đến 650°C).


6. $Ir + 2BaO_2 = IrO_2 + 2BaO$ (đến 800°C).


7. $2Ir + 6KHSO_4 = 2K_3[Ir(SO_4)_3] + 3H_2$ (300-400°C, t chất $SO_2$).


8. $Ir + Na_2CO_3 + 2NaOH = Na_2IrO_3 + 2NaNO_2 + CO_2$ (trên 350°C).

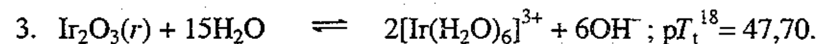
### 895. $Ir_2O_3$ – IRIĐI(III) OXIT

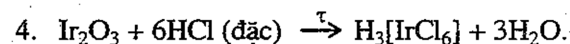
Đen-chàm, phân huỷ khi đun nóng. Không phản ứng với nước. Hiđrat màu lục thẫm $Ir_2O_3.nH_2O$ kết tinh từ dung dịch. Phản ứng với axit. Bị oxi oxi hoá, bị hiđro khử. Điều chế, xem $896^{1,5,6}$, $899^{6,7}$.

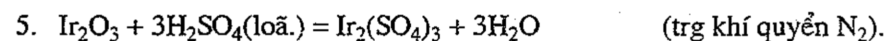
$M = 432,44$.

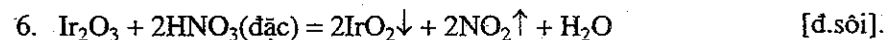

1. $2Ir_2O_3 = 3IrO_2 + Ir$ (400-500°C).


2. $Ir_2O_3.nH_2O = Ir_2O_3 + nH_2O$ (300°C).


3. $Ir_2O_3(r) + 15H_2O \rightleftharpoons 2[Ir(H_2O)_6]^{3+} + 6OH^-$ ; $pT_t^{18} = 47,70$.


4. $Ir_2O_3 + 6HCl$ (đặc) $\xrightarrow{\tau} H_3[IrCl_6] + 3H_2O$.


5. $Ir_2O_3 + 3H_2SO_4$(loãng) $= Ir_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ (trg khí quyển $N_2$).


6. $Ir_2O_3 + 2HNO_3$(đặc) $= 2IrO_2\downarrow + 2NO_2\uparrow + H_2O$ [đ.sôi].


7. $Ir_2O_3 + 3H_2 = 2Ir + 3H_2O$ (400-550°C).


8. $2Ir_2O_3 + O_2 = 4IrO_2$ (600°C).

### 896. $Ir_2(SO_4)_3$ – IRIĐI(III) SUNFAT

Tinh thể hiđrat màu vàng, muối khan không tách được. Không bền nhiệt. Tan nhiều trong nước đã axit hoá. Phản ứng với axit sunfuric đặc, axit

nitric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Trong môi trường kiềm bị $O_2$ không khí oxi hoá dần. Điều chế, xem 895[5], 899[4].

$M = 672,63$.

1. $Ir_2(SO_4)_3.nH_2O = Ir_2O_3 + 3SO_3 + nH_2O$ (300-400°C).
2. $Ir_2(SO_4)_3 + 12H_2O = 2[Ir(H_2O)_6]^{3+} + 3\ SO_4^{2-}$ (trg $H_2SO_4$ loã.).
3. $Ir_2(SO_4)_3$(đặc) + $3H_2SO_4$(>80%) = $2H_3[Ir(SO_4)_3]$.
4. $Ir_2(SO_4)_3 + 2HNO_3$(đặc) + $2H_2O = 2IrO_2\downarrow + 2NO\uparrow + 3H_2SO_4$ (đ.sôi).
5. $Ir_2(SO_4)_3 + 6NaOH$(loã.) = $Ir_2O_3\downarrow + 3Na_2SO_4 + 3H_2O$,

   $2Ir_2(SO_4)_3 + 12NaOH$(loã.) + $O_2$(k.khí) $\xrightarrow{\tau}$ $4IrO_2\downarrow + 6Na_2SO_4 + 6H_2O$.
6. $Ir_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] = $Ir_2O_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4 + 3H_2O$

### 897. $IrCl_3$ – IRIĐI(III) CLORUA

Lục thẫm, phân huỷ khi đun nóng. Sau khi đã nung, không tan trong nước, hiđrat $IrCl_3.nH_2O$ tan nhiều hơn, phân li ít (dưới đây trình bày tính chất của hiđrat). Phản ứng với axit đặc, kiềm, hiđrat amoniac, oxi (trong môi trường axit yếu). Bị clo, hiđro peoxit oxi hoá, bị hiđro khử. Điều chế, xem 894[4].

$M = 298,58;\quad d = 5,0$(t.thể)

1. $IrCl_3 \xrightarrow{\text{đến } 773^\circ C} IrCl_2$ (nâu) $\xrightarrow{773-798^\circ C} IrCl$(đỏ) $\xrightarrow{\text{trên } 798^\circ C} Ir$.
2. $IrCl_3 + 3H_2O = [Ir(H_2O)_3Cl_3]$.
3. $IrCl_3 + 3MCl$(đặc) $= M_3[IrCl_6]$ (M = H, Na).

   $2IrCl_3 + 4MCl$(đặc) + $Cl_2 = 2M(IrCl_6)$.
4. $2IrCl_3 + HNO_3$(đặc) + $H_2O = IrO_2\downarrow + NO_2\uparrow + 3HCl\uparrow$ (đ.sôi).
5. $2IrCl_3 + 6NaOH$(loã.) = $Ir_2O_3\downarrow + 6NaCl + 3H_2O$.
6. $2IrCl_3 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] = $Ir_2O_3\downarrow + 6NH_4Cl + 3H_2O$.
7. $2IrCl_3 + 3H_2 = 2Ir + 6HCl$ (400°C).
8. $4IrCl_3 + 3(N_2H_4.H_2O) + 12(NH_3.H_2O) = 4Ir$ (*dd* keo)+ $3N_2\uparrow + 12NH_4Cl + 15H_2O$.
9. $4IrCl_3 + 3O_2 = 2Ir_2O_3 + 6Cl_2$ (500-600°C)



10. $2IrCl_3 + Cl_2 = 2IrCl_4$ (40(
11. $2IrCl_3 + 2H_2O + H_2O_2$(đặc) = $2IrO_2\downarrow + 6HCl\uparrow$

### 898. $IrCl_4$ – IRIĐI(IV) CLORUA

Nâu, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước nguội, aqua hoá và trao đổi phối tử. Hiđrat $IrCl_4.nH_2O$ kết tinh từ dung dịch axit clohiđric loãng. Bị nước nóng phân huỷ. Phản ứng với axit clohiđric đặc, kiềm. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 897[10], 900[1].

$M = 334,03$

1. $IrCl_4 = Ir + 2Cl_2$ (trên 700°C).
2. $IrCl_4$(đặc) + $2H_2O$(ngu.) = $[Ir(H_2O)_2Cl_4]$.

   $[Ir(H_2O)_2Cl_4] + H_2O \rightleftharpoons [Ir(H_2O)_3Cl_3]^+ + Cl^-$.
3. $IrCl_4 + 2H_2O$(ng') = $IrO_2\downarrow + 4HCl$.
4. $IrCl_4 + 2MCl$(đặc) = $M_2[IrCl_6]$ (M = H , Na).
5. $IrCl_4 + 4NaOH$(loã.) = $IrO_2\downarrow + 4NaCl + 2H_2O$.
6. $IrCl_4 + 2H_2 = Ir + 4HCl$. (350-450°C).

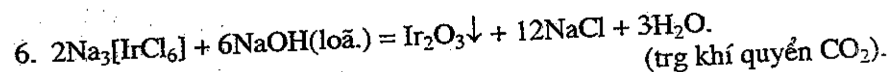
### 899. $Na_3[IrCl_6]$ – NATRI HEXACLOROIRIĐAT(III)

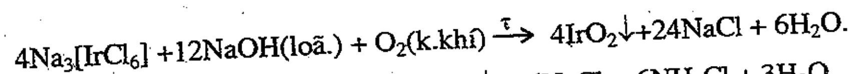
Lục thẫm, bền nhiệt. Tan nhiều trong nước, anion được aqua hoá. Phản ứng với axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, kiềm, hiđrat amoniac, clo. Bị $O_2$ không khí oxi hoá trong môi trường kiềm yếu. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 897[3].

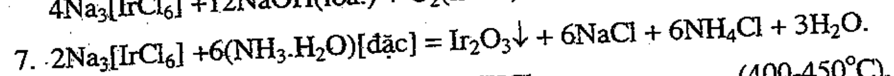
$M = 473,91;\quad k_t = 21,35^{(15)}$

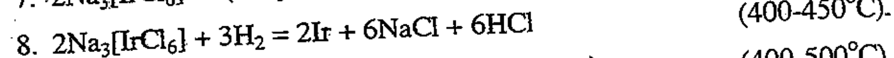
1. $2Na_3[IrCl_6] = 2Ir + 6NaCl + 3Cl_2$ (800-1000°C).
2. $Na_3[IrCl_6].12H_2O = Na_3[IrCl_6] + 12H_2O$. (50°C ,c.không).
3. $Na_3[IrCl_6]$(loã.) + $12H_2O = 3[Na(H_2O)_4]^+ + [IrCl_6]^{3-}$. (trg HCl loã.).

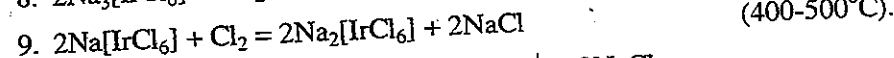
   $[IrCl_6]^{3-} + H_2O \rightleftharpoons [Ir(H_2O)Cl_5]^{2-} + Cl^-$.
4. $2Na_3[IrCl_6] + 6H_2SO_4$(<40%) = $Ir_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + 12HCl\uparrow$ (đ.sôi).
5. $Na_3[IrCl_6] + 4HNO_3$(đặc) + $H_2O = IrO_2\downarrow + NO_2\uparrow + 3NaNO_3 + 6\ HCl\uparrow$. (đ.sôi).

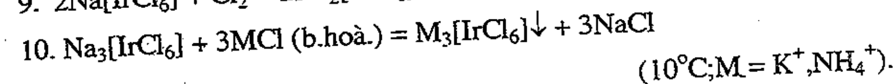

6. $2Na_3[IrCl_6] + 6NaOH(\text{loã.}) = Ir_2O_3\downarrow + 12NaCl + 3H_2O$. (trg khí quyển $CO_2$).


$4Na_3[IrCl_6] + 12NaOH(\text{loã.}) + O_2(\text{k.khí}) \xrightarrow{t} 4IrO_2\downarrow + 24NaCl + 6H_2O$.


7. $2Na_3[IrCl_6] + 6(NH_3.H_2O)[\text{đặc}] = Ir_2O_3\downarrow + 6NaCl + 6NH_4Cl + 3H_2O$.


8. $2Na_3[IrCl_6] + 3H_2 = 2Ir + 6NaCl + 6HCl$ (400-450°C).

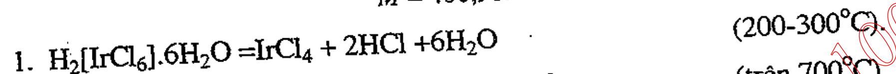

9. $2Na[IrCl_6] + Cl_2 = 2Na_2[IrCl_6] + 2NaCl$ (400-500°C).

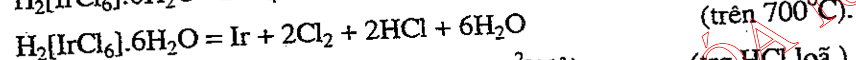

10. $Na_3[IrCl_6] + 3MCl\ (\text{b.hoà}) = M_3[IrCl_6]\downarrow + 3NaCl$ (10°C; $M = K^+, NH_4^+$).

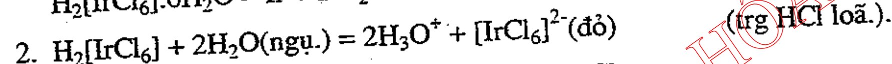
## 900. $H_2[IrCl_6]$ – HIĐRO HEXACLOROIRIĐAT(IV)

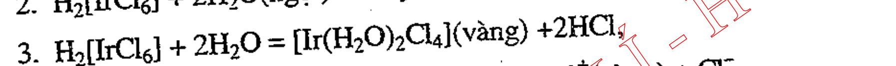
Tinh thể hiđrat có màu đỏ-đen, ở trạng thái khan không tách được. Không bền nhiệt. Dạng hiđrat được kết tinh từ axit clohiđric có cấu tạo $(H_3O^+)_2[IrCl_6]^{2-}.4H_2O$. Tan nhiều trong nước nguội, anion được aqua hoá và trao đổi phối tử. Phản ứng với kiềm. Bị nước sôi, hiđro khử. Điều chế, xem 894[1], 897[3], 898[4].

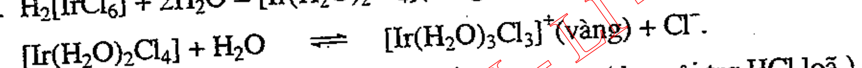
$M = 406,91$.

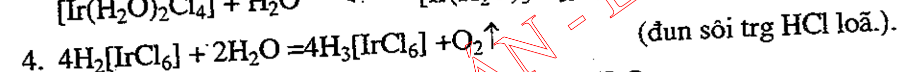

1. $H_2[IrCl_6].6H_2O = IrCl_4 + 2HCl + 6H_2O$ (200-300°C).

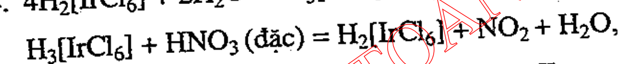

$H_2[IrCl_6].6H_2O = Ir + 2Cl_2 + 2HCl + 6H_2O$ (trên 700°C).

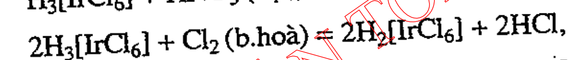

2. $H_2[IrCl_6] + 2H_2O(\text{ngu.}) = 2H_3O^+ + [IrCl_6]^{2-}(\text{đỏ})$ (trg HCl loã.).

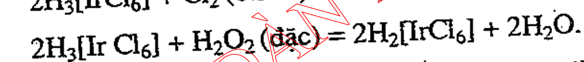

3. $H_2[IrCl_6] + 2H_2O = [Ir(H_2O)_2Cl_4](\text{vàng}) + 2HCl$,

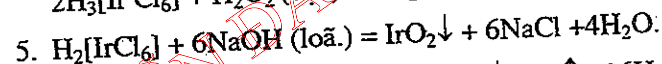

$[Ir(H_2O)_2Cl_4] + H_2O \rightleftharpoons [Ir(H_2O)_3Cl_3]^+(\text{vàng}) + Cl^-$.

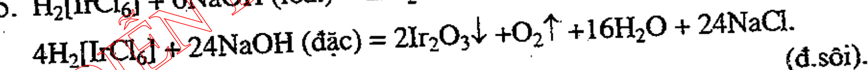

4. $4H_2[IrCl_6] + 2H_2O = 4H_3[IrCl_6] + O_2\uparrow$ (đun sôi trg HCl loã.).


$H_3[IrCl_6] + HNO_3\ (\text{đặc}) = H_2[IrCl_6] + NO_2 + H_2O$,


$2H_3[IrCl_6] + Cl_2\ (\text{b.hoà}) = 2H_2[IrCl_6] + 2HCl$,


$2H_3[IrCl_6] + H_2O_2\ (\text{đặc}) = 2H_2[IrCl_6] + 2H_2O$.


5. $H_2[IrCl_6] + 6NaOH\ (\text{loã.}) = IrO_2\downarrow + 6NaCl + 4H_2O$.


$4H_2[IrCl_6] + 24NaOH\ (\text{đặc}) = 2Ir_2O_3\downarrow + O_2\uparrow + 16H_2O + 24NaCl$. (đ.sôi).




6. $H_2[IrCl_6] + 2H_2 = Ir + 6HCl$ (300-500°C).


7. $H_2[IrCl_6] + 2MCl\ (\text{b.hoà}) = M_2[IrCl_6]\downarrow + 2HCl$ ($M = K^+, NH_4^+$)

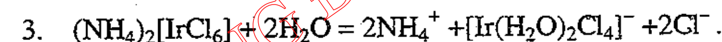
## 901. $(NH_4)_2[IrCl_6]$ - AMONI HEXACLOROIRIĐAT (IV)

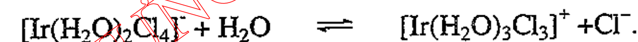
Đỏ-đen, không bền nhiệt. Tan ít trong nước nguội, tan nhiều hơn trong nước nóng. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit loãng. Bị kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 900[7].

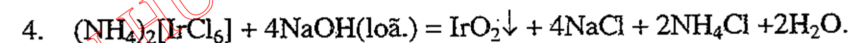
$M = 441,02$  $d = 2,856$;  $k_t = 1,09^{(25)}; 4,38^{(80)}$

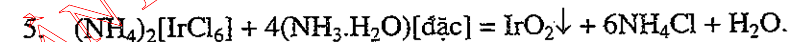

1. $3(NH_4)_2[IrCl_6] = 3Ir + 2N_2 + 2NH_4Cl + 16HCl$ (200-500°C).


2. $(NH_4)_2[IrCl_6](dd) = 2NH_4^+ + [IrCl_6]^{2-}$. (trg HCl loã.)


3. $(NH_4)_2[IrCl_6] + 2H_2O = 2NH_4^+ + [Ir(H_2O)_2Cl_4]^- + 2Cl^-$.


$[Ir(H_2O)_2Cl_4]^- + H_2O \rightleftharpoons [Ir(H_2O)_3Cl_3]^+ + Cl^-$.


4. $(NH_4)_2[IrCl_6] + 4NaOH(\text{loã.}) = IrO_2\downarrow + 4NaCl + 2NH_4Cl + 2H_2O$.


5. $(NH_4)_2[IrCl_6] + 4(NH_3.H_2O)[\text{đặc}] = IrO_2\downarrow + 6NH_4Cl + H_2O$.


6. $(NH_4)_2[IrCl_6] + 2H_2 = Ir + 2NH_4Cl + 4HCl$ (200-350°C).

# PLATIN

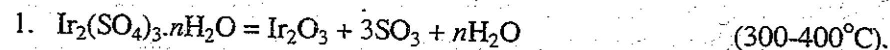
## 902. Pt - PLATIN

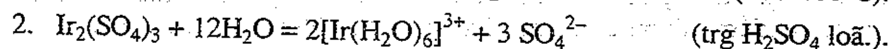
Kim loại màu trắng -xám, tương đối mềm, rất dễ cán kéo, rèn được, khó nóng chảy. Trong những điều kiện đặc biệt tạo nên platin bọt (có bề mặt rất phát triển), muội platin (bột rất mịn) và dung dịch keo platin. Kim loại quý: chiếm vị trí cuối cùng (dương điện nhất) trong dãy điện hoá. Dễ nấu chảy với các kim loại họ platin ( trừ ruteni và osmi), với cả Fe, Co, Ni, Cu, Au v.v..., khó nấu chảy với Sb, Bi, Sn, Pb, Ag. Rất thụ động hoá học: Không phản ứng với nước, axit (trừ cường thuỷ), kiềm, hiđrat amoniac, cacbon monooxit. Tan được trong axit clohiđric đã bão hoà $Cl_2$. Khi đun nóng bị oxi, halogen, lưu huỳnh oxi hoá; ở nhiệt độ thường bị xenon tetraflorua oxi hoá. Platin bột và muối platin hấp thụ lượng đáng kể $H_2$, He, $O_2$. Ở dạng tự sinh trong thiên nhiên (trong hợp kim với Ru, Rh, Pd, Os, Ir). Điều chế, xem 907[1,3], 917[8-10], 919[1,7].

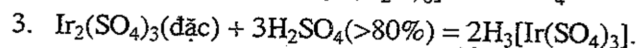
$M = 195,08$;  $d = 21,45$;  $t_{nc} = 1772°C$;  $t_s \approx 3800°C$

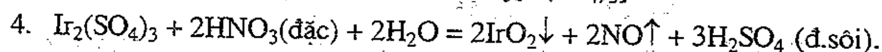
nitric đặc, kiềm, hiđrat amoniac. Trong môi trường kiềm bị $O_2$ không khí oxi hoá dần. Điều chế, xem 895[5], 899[4].

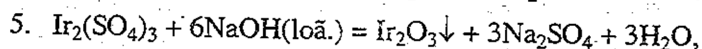
$M = 672{,}63$.

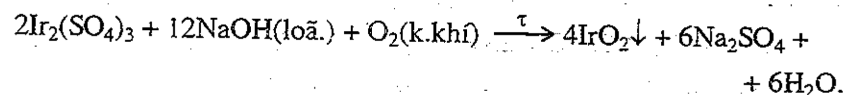

1. $Ir_2(SO_4)_3.nH_2O = Ir_2O_3 + 3SO_3 + nH_2O$ (300-400°C).

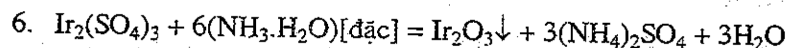

2. $Ir_2(SO_4)_3 + 12H_2O = 2[Ir(H_2O)_6]^{3+} + 3\ SO_4^{2-}$ (trg $H_2SO_4$ loã.).


3. $Ir_2(SO_4)_3$(đặc) + $3H_2SO_4$(>80%) = $2H_3[Ir(SO_4)_3]$.


4. $Ir_2(SO_4)_3 + 2HNO_3$(đặc) $+ 2H_2O = 2IrO_2\downarrow + 2NO\uparrow + 3H_2SO_4$ (đ.sôi).


5. $Ir_2(SO_4)_3 + 6NaOH$(loã.) $= Ir_2O_3\downarrow + 3Na_2SO_4 + 3H_2O$,

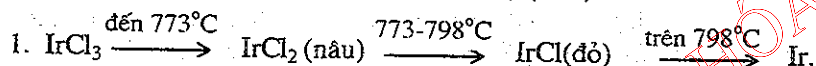

$2Ir_2(SO_4)_3 + 12NaOH$(loã.) $+ O_2$(k.khí) $\xrightarrow{\tau} 4IrO_2\downarrow + 6Na_2SO_4 + 6H_2O$.

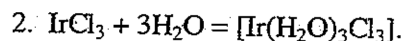

6. $Ir_2(SO_4)_3 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] $= Ir_2O_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4 + 3H_2O$

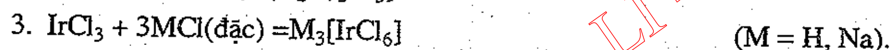
## 897. $IrCl_3$ – IRIĐI(III) CLORUA

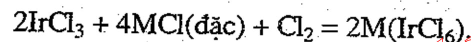
Lục thẫm, phân huỷ khi đun nóng. Sau khi đã nung, không tan trong nước, hiđrat $IrCl_3.nH_2O$ tan nhiều hơn, phân li ít (dưới đây trình bày tính chất của hiđrat). Phản ứng với axit đặc, kiềm, hiđrat amoniac, oxi (trong môi trường axit yếu). Bị clo, hiđro peoxit oxi hoá, bị hiđro khử. Điều chế, xem 894[4].

$M = 298{,}58$; $d = 5{,}0$(t.thể)

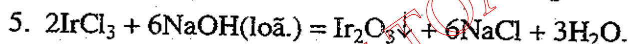

1. $IrCl_3 \xrightarrow{\text{đến } 773°C} IrCl_2$ (nâu) $\xrightarrow{773\text{-}798°C} IrCl$(đỏ) $\xrightarrow{\text{trên } 798°C} Ir$.

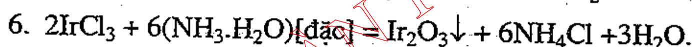

2. $IrCl_3 + 3H_2O = [Ir(H_2O)_3Cl_3]$.


3. $IrCl_3 + 3MCl$(đặc) $= M_3[IrCl_6]$ (M = H, Na).

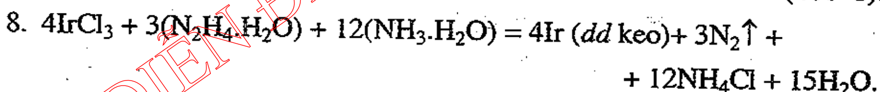

$2IrCl_3 + 4MCl$(đặc) $+ Cl_2 = 2M(IrCl_6)$.


4. $2IrCl_3 + HNO_3$(đặc) $+ H_2O = IrO_2\downarrow + NO_2\uparrow + 3HCl\uparrow$ (đ.sôi).


5. $2IrCl_3 + 6NaOH$(loã.) $= Ir_2O_3\downarrow + 6NaCl + 3H_2O$.


6. $2IrCl_3 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] $= Ir_2O_3\downarrow + 6NH_4Cl + 3H_2O$.


7. $2IrCl_3 + 3H_2 = 2Ir + 6HCl$ (400°C).


8. $4IrCl_3 + 3(N_2H_4.H_2O) + 12(NH_3.H_2O) = 4Ir$ (*dd* keo) $+ 3N_2\uparrow + 12NH_4Cl + 15H_2O$.


9. $4IrCl_3 + 3O_2 = 2Ir_2O_3 + 6Cl_2$ (500-600°C)


10. $2IrCl_3 + Cl_2 = 2IrCl_4$ (400°C, *p*)


11. $2IrCl_3 + 2H_2O + H_2O_2$(đặc) $= 2IrO_2\downarrow + 6HCl\uparrow$ (đ.sôi)

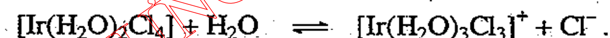
## 898. $IrCl_4$ – IRIĐI(IV) CLORUA

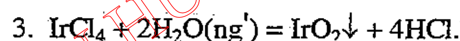
Nâu, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước nguội, aqua hoá và trao đổi phối tử. Hiđrat $IrCl_4.nH_2O$ kết tinh từ dung dịch axit clohiđric loãng. Bị nước nóng phân huỷ. Phản ứng với axit clohiđric đặc, kiềm. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 897[10], 900[1].

$M = 334{,}03$

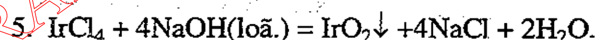

1. $IrCl_4 = Ir + 2Cl_2$ (trên 700°C).


2. $IrCl_4$(đặc) $+ 2H_2O$(ngu.) $= [Ir(H_2O)_2Cl_4]$.


$[Ir(H_2O)_2Cl_4] + H_2O \rightleftharpoons [Ir(H_2O)_3Cl_3]^+ + Cl^-$.


3. $IrCl_4 + 2H_2O$(ng') $= IrO_2\downarrow + 4HCl$.


4. $IrCl_4 + 2MCl$(đặc) $= M_2[IrCl_6]$ (M = H , Na).


5. $IrCl_4 + 4NaOH$(loã.) $= IrO_2\downarrow + 4NaCl + 2H_2O$.

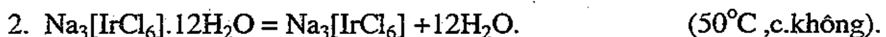

6. $IrCl_4 + 2H_2 = Ir + 4HCl$. (350-450°C).

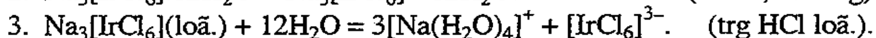
## 899. $Na_3[IrCl_6]$ – NATRI HEXACLOROIRIĐAT(III)

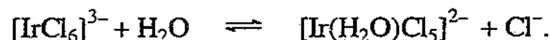
Lục thẫm, bền nhiệt. Tan nhiều trong nước, anion được aqua hoá. Phản ứng với axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, kiềm, hiđrat amoniac, clo. Bị $O_2$ không khí oxi hoá trong môi trường kiềm yếu. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 897[3].

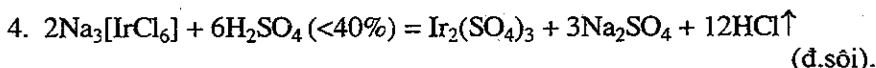
$M = 473{,}91$; $k_t = 21{,}35^{(15)}$

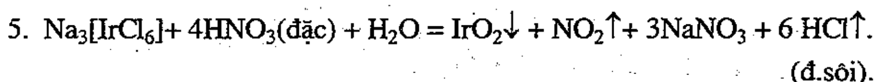

1. $2Na_3[IrCl_6] = 2Ir + 6NaCl + 3Cl_2$ (800-1000°C).

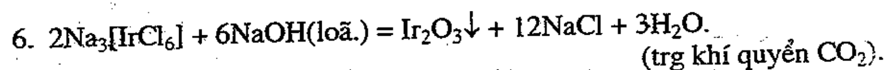

2. $Na_3[IrCl_6].12H_2O = Na_3[IrCl_6] + 12H_2O$. (50°C ,c.không).

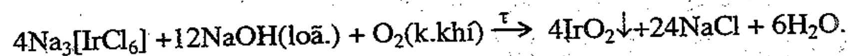

3. $Na_3[IrCl_6]$(loã.) $+ 12H_2O = 3[Na(H_2O)_4]^+ + [IrCl_6]^{3-}$. (trg HCl loã.).

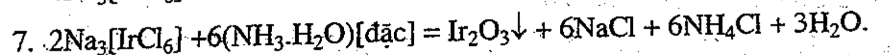

$[IrCl_6]^{3-} + H_2O \rightleftharpoons [Ir(H_2O)Cl_5]^{2-} + Cl^-$.

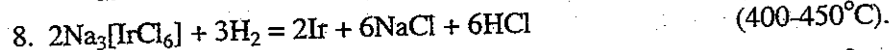

4. $2Na_3[IrCl_6] + 6H_2SO_4$ (<40%) $= Ir_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + 12HCl\uparrow$ (đ.sôi).

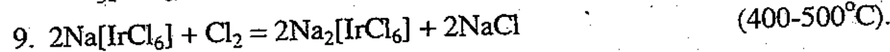

5. $Na_3[IrCl_6] + 4HNO_3$(đặc) $+ H_2O = IrO_2\downarrow + NO_2\uparrow + 3NaNO_3 + 6\ HCl\uparrow$. (đ.sôi).

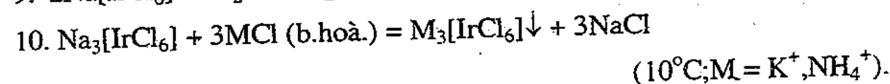

6. $2Na_3[IrCl_6] + 6NaOH(loã.) = Ir_2O_3\downarrow + 12NaCl + 3H_2O$. (trg khí quyển $CO_2$).


$4Na_3[IrCl_6] + 12NaOH(loã.) + O_2(k.khí) \xrightarrow{t} 4IrO_2\downarrow + 24NaCl + 6H_2O$.


7. $2Na_3[IrCl_6] + 6(NH_3.H_2O)[đặc] = Ir_2O_3\downarrow + 6NaCl + 6NH_4Cl + 3H_2O$.


8. $2Na_3[IrCl_6] + 3H_2 = 2Ir + 6NaCl + 6HCl$ (400-450°C).

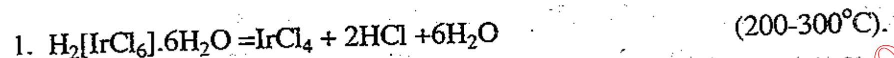

9. $2Na[IrCl_6] + Cl_2 = 2Na_2[IrCl_6] + 2NaCl$ (400-500°C).

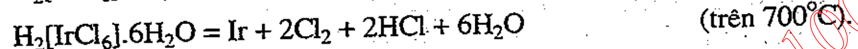

10. $Na_3[IrCl_6] + 3MCl (b.hoà.) = M_3[IrCl_6]\downarrow + 3NaCl$ (10°C; $M = K^+, NH_4^+$).

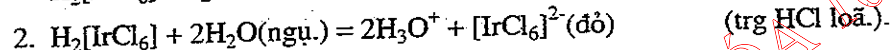
## 900. $H_2[IrCl_6]$ – HIĐRO HEXACLOROIRIĐAT(IV)

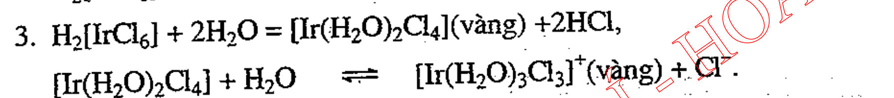
Tinh thể hiđrat có màu đỏ-đen, ở trạng thái khan không tách được. Không bền nhiệt. Dạng hiđrat được kết tinh từ axit clohiđric có cấu tạo $(H_3O^+)_2[IrCl_6]^{2-}.4H_2O$. Tan nhiều trong nước nguội, anion được aqua hoá và trao đổi phối tử. Phản ứng với kiềm. Bị nước sôi, hiđro khử. Điều chế, xem 894[1], 897[3], 898[4].

$M = 406,91$.

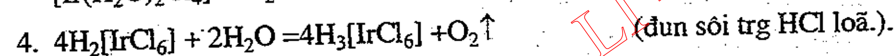

1. $H_2[IrCl_6].6H_2O = IrCl_4 + 2HCl + 6H_2O$ (200-300°C).

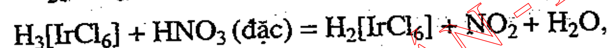

$H_2[IrCl_6].6H_2O = Ir + 2Cl_2 + 2HCl + 6H_2O$ (trên 700°C).

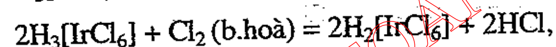

2. $H_2[IrCl_6] + 2H_2O(ngụ.) = 2H_3O^+ + [IrCl_6]^{2-}$(đỏ) (trg HCl loã.).

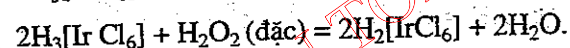

3. $H_2[IrCl_6] + 2H_2O = [Ir(H_2O)_2Cl_4]$(vàng) $+ 2HCl$,

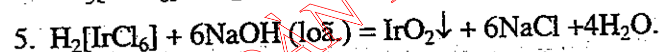
$[Ir(H_2O)_2Cl_4] + H_2O \rightleftharpoons [Ir(H_2O)_3Cl_3]^+$(vàng) $+ Cl^-$.

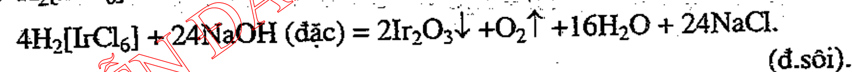

4. $4H_2[IrCl_6] + 2H_2O = 4H_3[IrCl_6] + O_2\uparrow$ (đun sôi trg HCl loã.).


$H_3[IrCl_6] + HNO_3 (đặc) = H_2[IrCl_6] + NO_2 + H_2O$,


$2H_3[IrCl_6] + Cl_2 (b.hoà) = 2H_2[IrCl_6] + 2HCl$,


$2H_3[IrCl_6] + H_2O_2 (đặc) = 2H_2[IrCl_6] + 2H_2O$.


5. $H_2[IrCl_6] + 6NaOH (loã.) = IrO_2\downarrow + 6NaCl + 4H_2O$.


$4H_2[IrCl_6] + 24NaOH (đặc) = 2Ir_2O_3\downarrow + O_2\uparrow + 16H_2O + 24NaCl$. (đ.sôi).




6. $H_2[IrCl_6] + 2H_2 = Ir + 6HCl$ (300-500°C).


7. $H_2[IrCl_6] + 2MCl (b.hoà) = M_2[IrCl_6]\downarrow + 2HCl$ ($M = K^+, NH_4^+$)

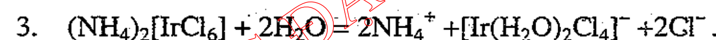
## 901. $(NH_4)_2[IrCl_6]$ - AMONI HEXACLOROIRIĐAT (IV)

Đỏ-đen, không bền nhiệt. Tan ít trong nước nguội, tan nhiều hơn trong nước nóng. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit loãng. Bị kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 900[7].

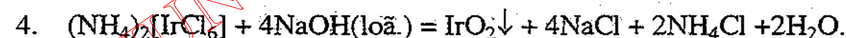
$M = 441,02$  $d = 2,856$;  $k_t = 1,09^{(25)}; 4,38^{(80)}$


1. $3(NH_4)_2[IrCl_6] = 3Ir + 2N_2 + 2NH_4Cl + 16HCl$ (200-500°C).


2. $(NH_4)_2[IrCl_6](dd) = 2NH_4^+ + [IrCl_6]^{2-}$. (trg HCl loã.)


3. $(NH_4)_2[IrCl_6] + 2H_2O = 2NH_4^+ + [Ir(H_2O)_2Cl_4]^- + 2Cl^-$.


$[Ir(H_2O)_2Cl_4]^- + H_2O \rightleftharpoons [Ir(H_2O)_3Cl_3]^+ + Cl^-$.


4. $(NH_4)_2[IrCl_6] + 4NaOH(loã.) = IrO_2\downarrow + 4NaCl + 2NH_4Cl + 2H_2O$.


5. $(NH_4)_2[IrCl_6] + 4(NH_3.H_2O)[đặc] = IrO_2\downarrow + 6NH_4Cl + H_2O$.


6. $(NH_4)_2[IrCl_6] + 2H_2 = Ir + 2NH_4Cl + 4HCl$ (200-350°C).

# PLATIN

## 902. Pt - PLATIN

Kim loại màu trắng -xám, tương đối mềm, rất dễ cán kéo, rèn được, khó nóng chảy. Trong những điều kiện đặc biệt tạo nên platin bọt (có bề mặt rất phát triển), muội platin (bột rất mịn) và dung dịch keo platin. Kim loại quý: chiếm vị trí cuối cùng (dương điện nhất) trong dãy điện hoá. Dễ nấu chảy với các kim loại họ platin ( trừ ruteni và osmi), với cả Fe, Co, Ni, Cu, Au v.v..., khó nấu chảy với Sb, Bi, Sn, Pb, Ag. Rất thụ động hoá học: Không phản ứng với nước, axit (trừ cường thuỷ), kiềm, hiđrat amoniac, cacbon monooxit. Tan được trong axit clohiđric đã bão hoà $Cl_2$. Khi đun nóng bị oxi, halogen, lưu huỳnh oxi hoá; ở nhiệt độ thường bị xenon tetraflorua oxi hoá. Platin bột và muội platin hấp thụ lượng đáng kể $H_2$, He, $O_2$. Ở dạng tự sinh trong thiên nhiên (trong hợp kim với Ru, Rh, Pd, Os, Ir). Điều chế, xem 907[1,3], 917[8-10], 919[1,7].

$M = 195,08$;  $d = 21,45$;  $t_{nc} = 1772°C$;  $t_s \approx 3800°C$

1. $Pt + 2HE$ (đặc, ng') $+ 2E_2 = H_2[PtE_6]$ (đ.sôi; E = Cl, Br).
2. $3Pt + 18HE$ (đặc) $+ 4HNO_3$ (đặc) $= 3H_2[PtE_6] + 4NO_2\uparrow + 8H_2O$. (đ.sôi; E = Cl,Br).
3. $2Pt$ (muội) $+ O_2 = 2PtO$ (đến 510°C).
   $Pt + O_2 = PtO_2$ (400-500°C).
4. $Pt + 2F_2 = PtF_4$ (450°C).
   $Pt + 3F_2 = PtF_6$ (550-600°C, làm lạnh đột ngột).
5. $Pt + O_2 + 3F_2 = (O_2)[PtF_6]$ (450°C).
6. $Pt + 2Cl_2 = PtCl_4$ (275-300°C, trg luồng $Cl_2$).
   $2Pt + 3Cl_2 = (Pt^{II}Pt^{IV})Cl_6$ (đến 400°C, *p* ).
   $Pt + Cl_2 = PtCl_2$ (500°C, trg luồng $Cl_2$).
7. $Pt + S = PtS$ (200°C).
   (cuperit)
   $Pt + 2S = PtS_2$ (650°C).
8. $Pt + XeF_4 = PtF_4 + Xe\uparrow$ (trg HF lỏng).
9. $Pt + 6HCl$ (đặc) $\xrightarrow{\text{điện phân}} 2H_2\uparrow$ (catôt) $+ H_2[PtCl_6]$ (anôt).

### 903. $PtO_2.nH_2O$ – HIĐRAT PLATIN(IV) OXIT

Nâu thẫm (*n*=1), nâu (*n*=2), vàng (*n*=3), vàng nhạt (*n*=4). Thực tế không tan trong nước. Khả năng phản ứng tăng lên theo *n*: $PtO_2.H_2O$ không phản ứng với axit loãng, kiềm và hiđrat amoniac, $PtO_2.4H_2O$ hay $[Pt(H_2O)_2(OH)_4]$ dễ dàng phản ứng với chúng. Hiđrat $PtO_2.4H_2O$ kết tinh từ dung dịch, khi đun nóng và khi để dưới dạng dung dịch sẽ "lão hoá", mất dần nước biến thành hiđrat, $PtO_2.nH_2O$ khác ($n \leq 3$). Dưới đây trình bày phản ứng của $PtO_2.4H_2O$. Điều chế, xem 908[4], 922[4].

| | | |
|---|---|---|
| $PtO_2.H_2O$; | $M = 245,09$; | $t_{ph} = 120$°C. |
| $PtO_2.2H_2O$; | $M = 263,11$; | $t_{ph} = 200$°C. |
| $PtO_2.3H_2O$; | $M = 281,12$ | $t_{ph} = 300$°C. |
| $PtO_2.4H_2O$; | $M = 299,14$; | $t_{ph} = 420$°C. |

1. $PtO_2.4H_2O = Pt + O_2 + 4H_2O$ (420°C).
2. $PtO_2.4H_2O = PtO_2.3H_2O + H_2O$ (*t* thường, trên $H_2SO_4$đặc).
   $PtO_2.3H_2O = PtO_2.2H_2O + H_2O$ (30-40°C, trên $H_2SO_4$đặc).
   $PtO_2.2H_2O = PtO_2.H_2O + H_2O$ (100°C, trg k.khí).
3. $PtO_2.4H_2O$(h.phù) $\rightleftharpoons Pt(H_2O)_2(OH)_4$(*dd*) (*t* thường).
   $[Pt(H_2O)_2(OH)_4] + H_2O \rightleftharpoons [Pt(H_2O)(OH)_5]^- + H_3O^+$
   $[Pt(H_2O)(OH)_5^-] + H_2O \rightleftharpoons [Pt(OH)_6]^{2-} + H_3O^+$.
4. $PtO_2.4H_2O + 6HCl$ (đặc) $= H_2[PtCl_6] + 6H_2O$.
5. $PtO_2.4H_2O + 2NaOH$ (đặc) $= Na_2[Pt(OH)_6] + 2H_2O$.

### 904. $PtF_4$ – PLATIN(IV) FLORUA

Nâu, bay hơi khi đun nóng. Bị nước phân huỷ, phản ứng với axit flohiđric đặc, kiềm. Bị xenon điflorua oxi hoá. Tham gia phản ứng tạo phức. Điều chế, xem 902[4,8], 906[1,8,9], 907[5].

$M = 271,07$

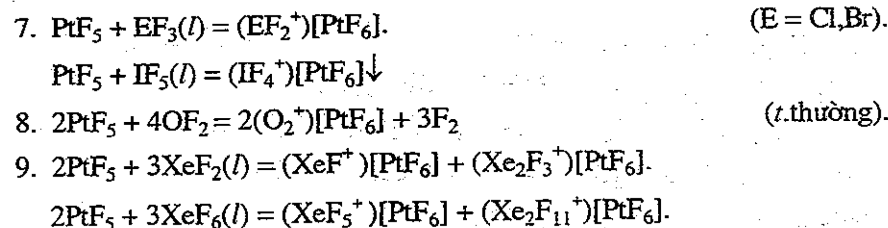
1. $PtF_4 + (n+2)H_2O$ (ng') $\xrightarrow{\tau} PtO_2.nH_2O\downarrow + 4HF$.
2. $PtF_4 + 2HF$ (đặc) $= H_2[PtF_6]$.
3. $PtF_4 + 4NaOH$ (đặc, ngụ.) $= PtO_2\downarrow + 4NaF + 2H_2O$.
   $PtF_4 + 6NaOH$ (đặc, ng') $= Na_2[Pt(OH)_6] + 4NaF$.
4. $2PtF_4 + 7XeF_2 = 2(XeF_5)[PtF_6] + 5Xe$. (*t* thường).
5. $PtF_4 + 2H_2 = Pt + 4HF$ (150-200°C).

### 905. $PtF_5$ - PLATIN (V) FLORUA

Đỏ thẫm, dễ nóng chảy, không bền nhiệt. Bị nước, axit, kiềm phân huỷ. Tan hoá học trong các florua halogen. Chất oxi hoá mạnh. Tạo nên phức chất floro. Điều chế, xem 411[1,6], 907[7].

$M = 290,07$; $t_{nc} = 80$°C

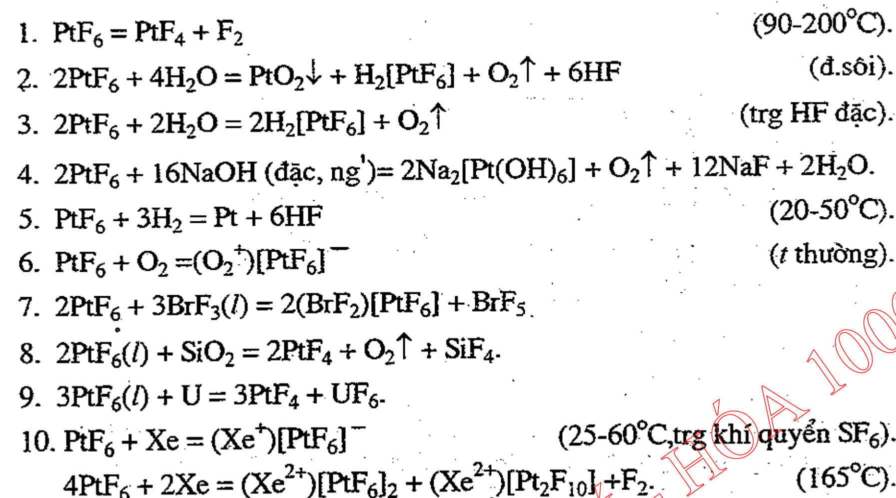
1. $2PtF_5 = PtF_6 + PtF_4$ (trên 130°C)
2. $4PtF_5 + 6H_2O = 2PtO_2\downarrow + 2H_2[PtF_6] + O_2\uparrow + 8HF$ (đ.sôi).
3. $4PtF_5 + 4HF$ (đặc) $+ 2H_2O = 4H_2[PtF_6] + O_2\uparrow$.
4. $4PtF_5 + 28NaOH$ (đặc, ng') $= 4Na_2[Pt(OH)_6] + O_2\uparrow + 20NaF + 2H_2O$.
5. $2PtF_5 + 5H_2 = 2Pt + 10HF$ (70-120°C).
6. $PtF_5 + KF = K[PtF_6]$ (80-90°C).


7. $PtF_5 + EF_3(l) = (EF_2^+)[PtF_6]$. (E = Cl,Br).
$PtF_5 + IF_5(l) = (IF_4^+)[PtF_6]\downarrow$
8. $2PtF_5 + 4OF_2 = 2(O_2^+)[PtF_6] + 3F_2$ (*t*.thường).
9. $2PtF_5 + 3XeF_2(l) = (XeF^+)[PtF_6] + (Xe_2F_3^+)[PtF_6]$.
$2PtF_5 + 3XeF_6(l) = (XeF_5^+)[PtF_6] + (Xe_2F_{11}^+)[PtF_6]$.

**906. $PtF_6$ – PLATIN(VI) FLORUA**

Đỏ thẫm, dễ nóng chảy, dễ sôi, không bền nhiệt, chất lỏng màu nâu, khí màu nâu nhạt. Nhạy cảm với ánh sáng. Phản ứng với nước, kiềm. Chất oxi hoá mạnh và tác nhân flo hoá. Điều chế, xem 902[4], 905[1].

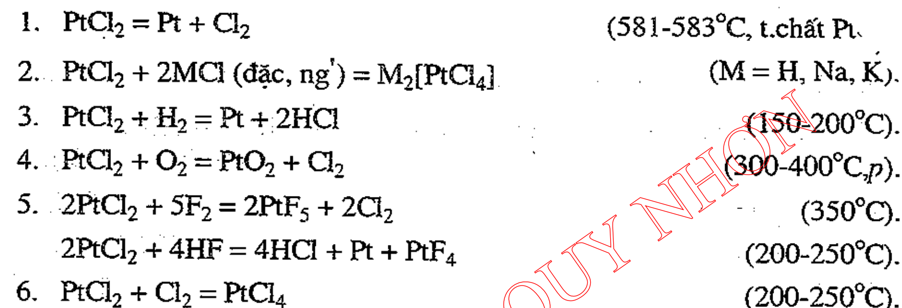
$M = 309,07$; $d = 3,826^{(64)}$; $t_{nc} = 61,3°C$; $t_s = 69,1°C$.


1. $PtF_6 = PtF_4 + F_2$ (90-200°C).
2. $2PtF_6 + 4H_2O = PtO_2\downarrow + H_2[PtF_6] + O_2\uparrow + 6HF$ (đ.sôi).
3. $2PtF_6 + 2H_2O = 2H_2[PtF_6] + O_2\uparrow$ (trg HF đặc).
4. $2PtF_6 + 16NaOH$ (đặc, ng') $= 2Na_2[Pt(OH)_6] + O_2\uparrow + 12NaF + 2H_2O$.
5. $PtF_6 + 3H_2 = Pt + 6HF$ (20-50°C).
6. $PtF_6 + O_2 = (O_2^+)[PtF_6]^-$ (*t* thường).
7. $2PtF_6 + 3BrF_3(l) = 2(BrF_2)[PtF_6] + BrF_5$.
8. $2PtF_6(l) + SiO_2 = 2PtF_4 + O_2\uparrow + SiF_4$.
9. $3PtF_6(l) + U = 3PtF_4 + UF_6$.
10. $PtF_6 + Xe = (Xe^+)[PtF_6]^-$ (25-60°C,trg khí quyển $SF_6$).
$4PtF_6 + 2Xe = (Xe^{2+})[PtF_6]_2 + (Xe^{2+})[Pt_2F_{10}] + F_2$. (165°C).

**907. $PtCl_2$ – PLATIN(II) FLORUA**

Nâu hay lục nhạt, nóng chảy và phân huỷ khi đun nóng mạnh. Là claste $[Pt_6Cl_{12}]$ trong mạng lưới tinh thể. Không tan trong nước. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit sunfuric, axit nitric. Phản ứng với axit clohiđric nóng. Thể hiện tính oxi hoá khử. Để thực hiện các phản ứng người ta thường lấy dạng dung dịch $H_2[PtCl_4]$. Điều chế, xem 902[6], 909[1], 915[1].

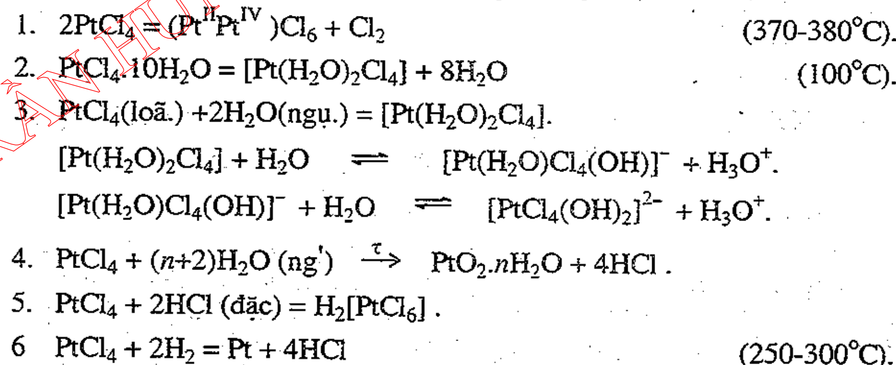
$M = 265,99$; $d = 6,05$; $t_{nc} = 581°C$ (phân huỷ).


1. $PtCl_2 = Pt + Cl_2$ (581-583°C, t.chất Pt.
2. $PtCl_2 + 2MCl$ (đặc, ng') $= M_2[PtCl_4]$ (M = H, Na, K).
3. $PtCl_2 + H_2 = Pt + 2HCl$ (150-200°C).
4. $PtCl_2 + O_2 = PtO_2 + Cl_2$ (300-400°C,*p*).
5. $2PtCl_2 + 5F_2 = 2PtF_5 + 2Cl_2$ (350°C).
$2PtCl_2 + 4HF = 4HCl + Pt + PtF_4$ (200-250°C).
6. $PtCl_2 + Cl_2 = PtCl_4$ (200-250°C).

**908. $PtCl_4$ – PLATIN(IV) CLORUA**

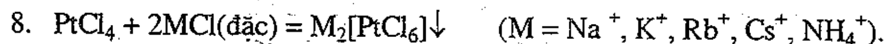
Nâu-đỏ, khi đun nóng nóng chảy và phân huỷ. Tan nhiều trong nước, aqua hoá và thể hiện tính axit. Phản ứng với nước nóng, axit. Tham gia các phản ứng tạo phức. Chất oxi hoá. Để thực hiện các phản ứng người ta thường lấy ở dạng $H_2[PtCl_6]$. Điều chế, xem 902[6], 917[1], 918[1].

$M = 336,89$; $d = 4,303$; $t_{nc} = 370°C$ (phân huỷ); $k_t = 142,1^{(25)}; 367^{(80)}$.


1. $2PtCl_4 = (Pt^{II}Pt^{IV})Cl_6 + Cl_2$ (370-380°C).
2. $PtCl_4.10H_2O = [Pt(H_2O)_2Cl_4] + 8H_2O$ (100°C).
3. $PtCl_4$(loã.) $+ 2H_2O$(ngu.) $= [Pt(H_2O)_2Cl_4]$.
$[Pt(H_2O)_2Cl_4] + H_2O \rightleftharpoons [Pt(H_2O)Cl_4(OH)]^- + H_3O^+$.
$[Pt(H_2O)Cl_4(OH)]^- + H_2O \rightleftharpoons [PtCl_4(OH)_2]^{2-} + H_3O^+$.
4. $PtCl_4 + (n+2)H_2O$ (ng') $\xrightarrow{t} PtO_2.nH_2O + 4HCl$.
5. $PtCl_4 + 2HCl$ (đặc) $= H_2[PtCl_6]$.
6 $PtCl_4 + 2H_2 = Pt + 4HCl$ (250-300°C).


$PtCl_4 + 2HCOOH \xrightarrow{t} Pt\downarrow + 2CO_2\uparrow + 4HCl$ (*t* thường).


7. $PtCl_4 + Pt$ (muội) $= 2PtCl_2$ (300°C).

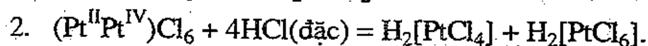

8. $PtCl_4 + 2MCl$(đặc) $= M_2[PtCl_6]\downarrow$ ($M = Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, NH_4^+$).

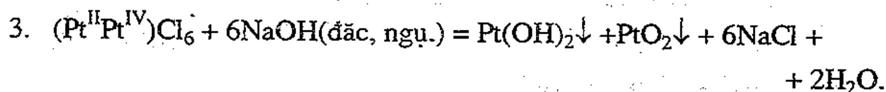
**909. $(Pt^{II}Pt^{IV})Cl_6$ – PLATIN(II) PLATIN(IV) CLORUA**

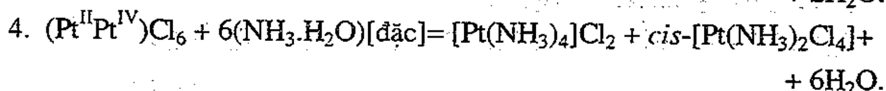
Lục thẫm, thăng hoa khi đun nóng trong luồng $Cl_2$. Không bền nhiệt. Tan ít trong nước nguội. Phản ứng với axit, kiềm, hiđrat amoniac. Bị oxi hoá trong $H_2O_2$. Điều chế, xem 902[6], 908[1].

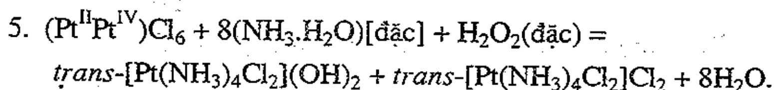
$M = 602,88$; $d = 5,256$.


1. $(Pt^{II}Pt^{IV})Cl_6 = 2PtCl_2 + Cl_2$ (435°C).


2. $(Pt^{II}Pt^{IV})Cl_6 + 4HCl$(đặc) $= H_2[PtCl_4] + H_2[PtCl_6]$.


3. $(Pt^{II}Pt^{IV})Cl_6 + 6NaOH$(đăc, ngu.) $= Pt(OH)_2\downarrow + PtO_2\downarrow + 6NaCl + 2H_2O$.

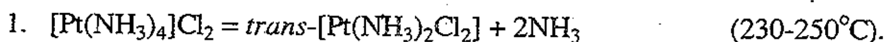

4. $(Pt^{II}Pt^{IV})Cl_6 + 6(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Pt(NH_3)_4]Cl_2 +$ *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4] + 6H_2O$.

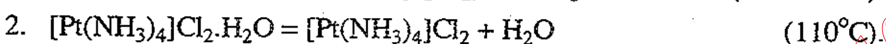

5. $(Pt^{II}Pt^{IV})Cl_6 + 8(NH_3.H_2O)$[đặc] $+ H_2O_2$(đặc) $=$ *trans*-$[Pt(NH_3)_4Cl_2](OH)_2 +$ *trans*-$[Pt(NH_3)_4Cl_2]Cl_2 + 8H_2O$.

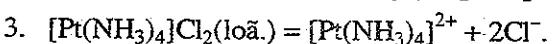
**910. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$ – TETRAAMMIN PLATIN(II) CLORUA.**

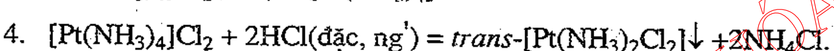
Clorua I của bazơ Rayzê (Reiset). Trắng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước (cation không bị aqua hoá), hiđrat amoniac. Phản ứng với axit, kiềm. Thể hiện tính oxi hoá - khử. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem 912[5], 923[5], 924[6].

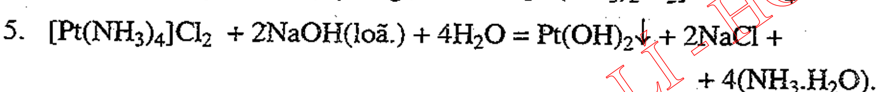
$M = 334{,}11$; $d = 2{,}74$(t.thể); $k_t = 20^{(10)}$.

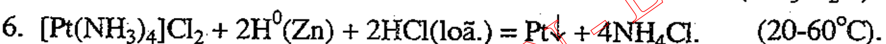

1. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2 =$ *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + 2NH_3$ (230-250°C).

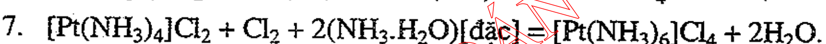

2. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2.H_2O = [Pt(NH_3)_4]Cl_2 + H_2O$ (110°C).


3. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$(loã.) $= [Pt(NH_3)_4]^{2+} + 2Cl^-$.


4. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2 + 2HCl$(đặc, ng') $=$ *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]\downarrow + 2NH_4Cl$.


5. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2 + 2NaOH$(loã.) $+ 4H_2O = Pt(OH)_2\downarrow + 2NaCl + 4(NH_3.H_2O)$.


6. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2 + 2H^0(Zn) + 2HCl$(loã.) $= Pt\downarrow + 4NH_4Cl$. (20-60°C).


7. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2 + Cl_2 + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Pt(NH_3)_6]Cl_4 + 2H_2O$.

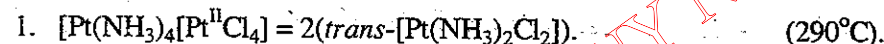

8. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2 + H_2O_2$(đặc) $= [Pt(NH_3)_4Cl_2](OH)_2$(*dd*), (không màu)

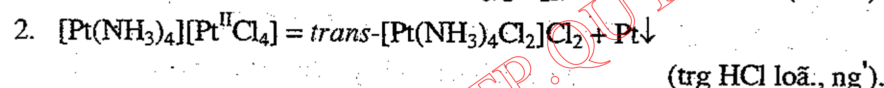

9. $[Pt(NH_3)_4]Cl_2 + K_2[PtCl_4] = [Pt(NH_3)_4][Pt^{II}Cl_4]\downarrow + 2KCl$.

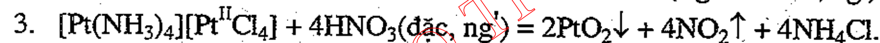
**911. $[Pt(NH_3)_4][Pt^{II}Cl_4]$ – TETRAAMMINPLATIN(II) TETRACLOROPLATINAT(II)**

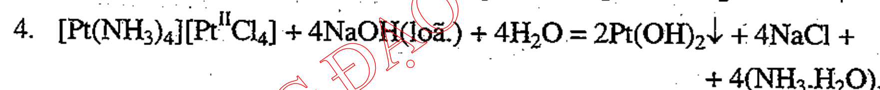
Muối Manhut (Magnus). Lục thẫm, khi đun nóng đồng phân hoá thành *trans* $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$. Tan ít trong nước. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Phản ứng với axit, kiềm, với hiđrat amoniac đặc khi đun nóng. Điều chế, xem 910[9].

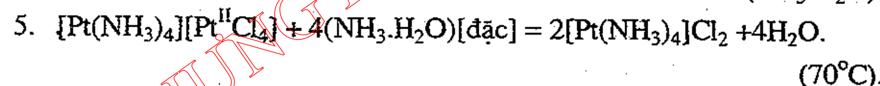
$M = 600{,}10$.


1. $[Pt(NH_3)_4][Pt^{II}Cl_4] = 2($*trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2])$. (290°C).


2. $[Pt(NH_3)_4][Pt^{II}Cl_4] =$ *trans*-$[Pt(NH_3)_4Cl_2]Cl_2 + Pt\downarrow$ (trg HCl loã., ng').


3. $[Pt(NH_3)_4][Pt^{II}Cl_4] + 4HNO_3$(đặc, ng') $= 2PtO_2\downarrow + 4NO_2\uparrow + 4NH_4Cl$.

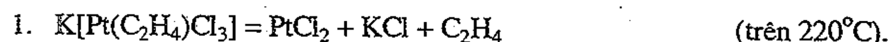

4. $[Pt(NH_3)_4][Pt^{II}Cl_4] + 4NaOH$(loã.) $+ 4H_2O = 2Pt(OH)_2\downarrow + 4NaCl + 4(NH_3.H_2O)$.

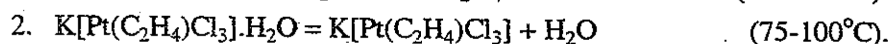

5. $[Pt(NH_3)_4][Pt^{II}Cl_4] + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] $= 2[Pt(NH_3)_4]Cl_2 + 4H_2O$. (70°C).

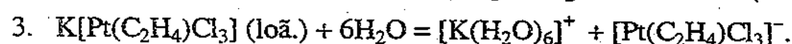
**912. $K[Pt(C_2H_4)Cl_3]$ – KALI TRICLOROETILENPLATINAT(II)**

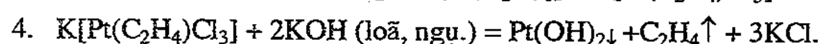
Muối Xayze (Zeise). Vàng, không bền nhiệt. Trong anion, phối tử $C_2H_4$ phối trí ở nguyên tử $Pt^{II}$ bằng liên kết đôi C=C. Tan nhiều trong nước (anion bền với aqua hoá). Không phản ứng với axit clohiđric. Bị kiềm. hiđrat amoniac đặc phân huỷ. Bị hiđro khử. Điều chế, xem 916[13].

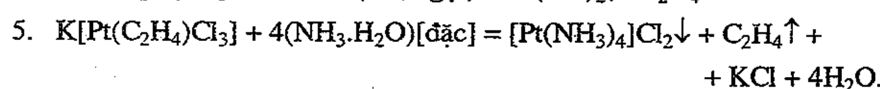
$M = 368{,}59$; $d = 2{,}88$ (t.thể).

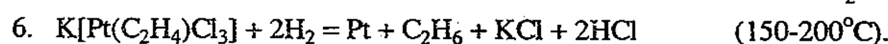

1. $K[Pt(C_2H_4)Cl_3] = PtCl_2 + KCl + C_2H_4$ (trên 220°C).


2. $K[Pt(C_2H_4)Cl_3].H_2O = K[Pt(C_2H_4)Cl_3] + H_2O$ (75-100°C).


3. $K[Pt(C_2H_4)Cl_3]$ (loã.) $+ 6H_2O = [K(H_2O)_6]^+ + [Pt(C_2H_4)Cl_3]^-$.


4. $K[Pt(C_2H_4)Cl_3] + 2KOH$ (loã, ngu.) $= Pt(OH)_2\downarrow + C_2H_4\uparrow + 3KCl$.


5. $K[Pt(C_2H_4)Cl_3] + 4(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Pt(NH_3)_4]Cl_2\downarrow + C_2H_4\uparrow + KCl + 4H_2O$.


6. $K[Pt(C_2H_4)Cl_3] + 2H_2 = Pt + C_2H_6 + KCl + 2HCl$ (150-200°C).

**913. $H_2[Pt(CN)_4]$ – HIĐRO TETRAXIANOPLATINAT(II)**

Tinh thể hiđrat màu đỏ, không tách được ở trạng thái khan. Tan nhiều trong nước (anion bền với aqua hoá). Không phản ứng axit clohiđric. Phân huỷ trong môi trường axit sunfuric. Axit mạnh, phản ứng với kiềm. Điều chế, xem 914[5].

$M = 301{,}17$; $t_{nc} = 100°C$ (t.thể, phân huỷ).

1. $H_2[Pt(CN)_4].5H_2O = 2HCN + Pt + C_2N_2 + 5H_2O$ (trên 100°C).
2. $H_2[Pt(CN)_4] + 2H_2O = 2H_3O^+ + [Pt(CN)_4]^{2-}$.
3. $H_2[Pt(CN)_4] = Pt(CN)_2\downarrow + 2HCN$ (trg $H_2SO_4$ loã.).
4. $H_2[Pt(CN)_4] + 2NaOH$(loã.) $= Na_2[Pt(CN)_4] + 2H_2O$.

## 914. $K_2[Pt(CN)_4]$ – KALI TETRAXIANOPLATINAT(II)

Vàng nhạt với sắc lam, tinh thể có tính đa hướng (sắc vàng hoặc lam tuỳ thuộc vào hướng). Phân huỷ khi đun nóng. Tan vừa phải trong nước (anion bền với aqua hoá). Không phản ứng với axit clohiđric, kiềm, hiđrat amoniac. Bị axit sunfuric phân huỷ. Tham gia phản ứng trao đổi. Điều chế, xem 916[12].

$M = 377,35$; $d = 2,455$; $k_t = 33,8^{(20)}; 139^{(60)}$.

1. $K_2[Pt(CN)_4] = 2KCN + Pt + C_2N_2$ (400-600°C).
2. $K_2[Pt(CN)_4].3H_2O = K_2[Pt(CN)_4] + 3H_2O$ (100°C)
3. $K_2[Pt(CN)_4]$(loã.) $+ 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + [Pt(CN)_4]^{2-}$.
4. $K_2[Pt(CN)_4] + H_2SO_4$(loã., ng') $= K_2SO_4 + Pt(CN)_2\downarrow + 2HCN$.
5. $K_2[Pt(CN)_4] + 2AgNO_3 = Ag_2[Pt(CN)_4]\downarrow + 2KNO_3$.

## 915. $H_2[PtCl_4]$ – HIĐRO TETRACLOROPLATINAT(II)

Không tách được dạng tự do. Có ở dạng dung dịch nâu-đỏ thẫm khi có mặt dư HCl, Không bền nhiệt, phân huỷ khi chưng dung dịch, bị phân hoá khi để lâu. Bị kiềm, cacbonat kim loại kiềm, đihiđro sunfua phân huỷ. Thể hiện tính oxi hoá - khử. Điều chế, xem 907[2], 917[6].

$M = 338,91$.

1. $H_2[PtCl_4](dd) = PtCl_2 + 2HCl$ (chưng dd).
   $H_2[PtCl_4](dd) \xrightarrow{\tau} H_2[PtCl_6] + Pt\downarrow + 2HCl$ ($t$ thường).
2. $H_2[PtCl_4]$(loã.) $+ 2H_2O = 2H_3O^+ + [PtCl_4]^{2-}$ (trg HCl loã.).
3. $H_2[PtCl_4] + 4NaOH$(loã.) $Pt(OH)_2\downarrow + 4NaCl + 2H_2O$ (đ.sôi).
4. $H_2[PtCl_4] + 6(NH_3.H_2O)[10\%] = [Pt(NH_3)_4]Cl_2 + 2NH_4Cl + 6H_2O$.
5. $H_2[PtCl_4] + Na_2CO_3$(đặc) $= Pt(OH)_2\downarrow + 2NaCl + 2HCl\uparrow + CO_2\uparrow$ (đ.sôi).



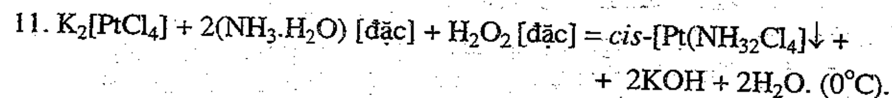
6. $H_2[PtCl_4](dd) + H_2S(k) = PtS\downarrow + 4HCl$.
7. $H_2[PtCl_4] + 2H^0$(Zn,loã.HCl) $= Pt\downarrow + 4HCl$.
   $H_2[PtCl_4] + H[SnCl_3] = Pt\downarrow + H_2[SnCl_6] + HCl$.
8. $2H_2[PtCl_4] + N_2H_4.H_2O + 8(NH_3.H_2O)$[loã.] $= 2Pt\downarrow + 8NH_4Cl + 9H_2O + N_2\uparrow$.
9. $H_2[PtCl_4] + Cl_2$(b.hoà.) $= H_2[PtCl_6]$.
   $5H_2[PtCl_4] + 16HCl$ (loã.) $+ 2KMnO_4 = 5H_2[PtCl_6] + 2MnCl_2 + 8H_2O + 2KCl$.
10. $H_2[PtCl_4] + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $+ H_2O_2$ (đặc) $=$ *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]\downarrow + 4H_2O$.

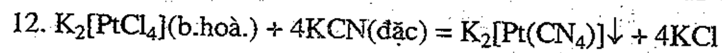
## 916. $K_2(PtCl_4]$ - KALI TETRA CLOROPLATINAT(II)

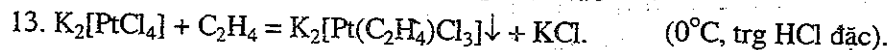
Đỏ thẫm, phân huỷ khi đun nóng mạnh. Tan ít trong nước nguội (độ tan tăng theo nhiệt độ), tan nhiều hơn trong axit clohiđric. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac, đihiđrosunfua. Thể hiện tính oxi hoá khử. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem 907[2], 918[8,9].

$M = 415,09$ $d = 3,38$; $k_t = 0,93^{(16)}; 5,3^{(100)}$.

1. $K_2[PtCl_4] = 2KCl + PtCl_2$ (475°C).
2. $K_2[PtCl_4]$(loã.) $+ 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + [PtCl_4]^{2-}$ (16-100°C).
3. $K_2[PtCl_4] + 2KOH$(loã.) $= Pt(OH)_2\downarrow + 4KCl$ (trg khí quyển $N_2$).
4. $K_2[PtCl_4] + 2(NH_3.H_2O)[5\%] =$ *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]\downarrow + 2KCl + 2H_2O$ (0°C).
5. $K_2[PtCl_4] + 4(NH_3.H_2O)(>10\%) = [Pt(NH_3)_4]Cl_2 + 2KCl + 4H_2O$.
6. $K_2[PtCl_4] + H_2S(k) = PtS\downarrow + 2HCl + 2KCl$. (200°C).
7. $K_2[PtCl_4] + H_2 = Pt + 2KCl + 2HCl$.
8. $K_2[PtCl_4] + H_2[SnCl_3] + HCl$(đặc) $= Pt\downarrow + H_2[SnCl_6] + 2KCl$.
9. $K_2[PtCl_4] + Cl_2$(b.hoà) $= K_2[PtCl_6]\downarrow$.
10. $5K_2[PtCl_4] + 16HCl$(loã.) $+ 2KMnO_4 = 5K_2[PtCl_6] + 2MnCl_2 + 8H_2O + 2KCl$.


11. $K_2[PtCl_4] + 2(NH_3.H_2O)$ [đặc] $+ H_2O_2$ [đặc] $=$ *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]\downarrow +$ $+ 2KOH + 2H_2O$. (0°C).

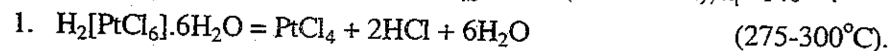

12. $K_2[PtCl_4]$(b.hoà.) $+ 4KCN$(đặc) $= K_2[Pt(CN_4)]\downarrow + 4KCl$

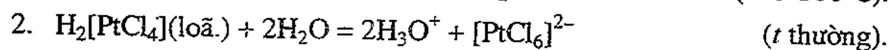

13. $K_2[PtCl_4] + C_2H_4 = K_2[Pt(C_2H_4)Cl_3]\downarrow + KCl$. (0°C, trg HCl đặc).

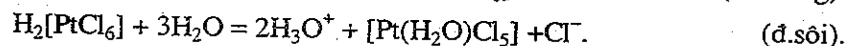
## 917. $H_2[PtCl_6]$ – HIĐRO HEXACLOROPLATINAT(IV)

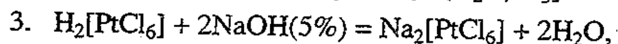
Hiđrat vàng-da cam (không tách được dạng khan), phân huỷ khi đun nóng. Bị lên hoa trong không khí. Tan nhiều trong nước (anion được aqua hoá khi đun sôi dung dịch), axit clohiđric. Axit mạnh, phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Chất oxi hoá. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem $902^{1,2,9}$, $903^{4}$, $908^{5}$, $915^{1,9}$.

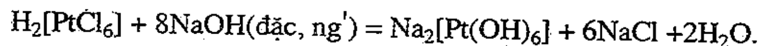
$M = 409,81$; $d = 2,431$(hexa hiđrat); $t_{nc} = 60°C$ (hexa hiđrat); $k_t = 140^{(18)}$.

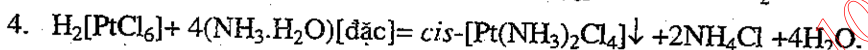

1. $H_2[PtCl_6].6H_2O = PtCl_4 + 2HCl + 6H_2O$ (275-300°C).

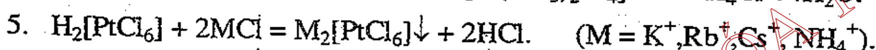

2. $H_2[PtCl_4]$(loã.) $+ 2H_2O = 2H_3O^+ + [PtCl_6]^{2-}$ (*t* thường).

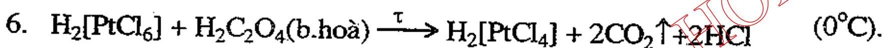

$H_2[PtCl_6] + 3H_2O = 2H_3O^+ + [Pt(H_2O)Cl_5] + Cl^-$. (đ.sôi).

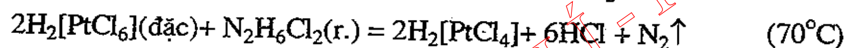

3. $H_2[PtCl_6] + 2NaOH(5\%) = Na_2[PtCl_6] + 2H_2O$,

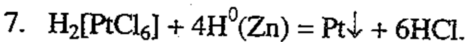

$H_2[PtCl_6] + 8NaOH$(đặc, ng') $= Na_2[Pt(OH)_6] + 6NaCl + 2H_2O$.


4. $H_2[PtCl_6] + 4(NH_3.H_2O)$[đặc]$=$ *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]\downarrow + 2NH_4Cl + 4H_2O$.

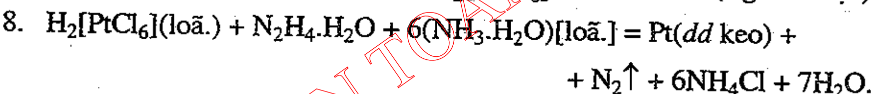

5. $H_2[PtCl_6] + 2MCl = M_2[PtCl_6]\downarrow + 2HCl$. ($M = K^+, Rb^+, Cs^+, NH_4^+$).

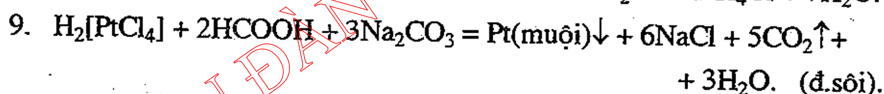

6. $H_2[PtCl_6] + H_2C_2O_4$(b.hoà) $\xrightarrow{\tau} H_2[PtCl_4] + 2CO_2\uparrow + 2HCl$ (0°C).

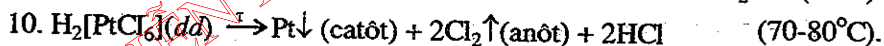

$2H_2[PtCl_6]$(đặc)$+ N_2H_6Cl_2$(r.) $= 2H_2[PtCl_4] + 6HCl + N_2\uparrow$ (70°C)


7. $H_2[PtCl_6] + 4H^0(Zn) = Pt\downarrow + 6HCl$.


$H_2[PtCl_6] + 2H[SnCl_3] = Pt\downarrow + 2H_2[SnCl_6]$ (trg HCl đặc).


8. $H_2[PtCl_6]$(loã.) $+ N_2H_4.H_2O + 6(NH_3.H_2O)$[loã.] $= Pt$(*dd* keo) $+$ $+ N_2\uparrow + 6NH_4Cl + 7H_2O$.


9. $H_2[PtCl_4] + 2HCOOH + 3Na_2CO_3 = Pt$(muội)$\downarrow + 6NaCl + 5CO_2\uparrow +$ $+ 3H_2O$. (đ.sôi).


10. $H_2[PtCl_6]$(*dd*) $\xrightarrow{\tau} Pt\downarrow$ (catôt) $+ 2Cl_2\uparrow$(anôt) $+ 2HCl$ (70-80°C).

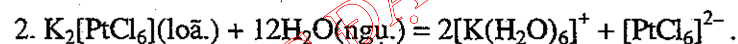


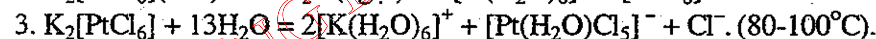
## 918. $K_2[PtCl_6]$ – KALI HEXACLOROPLATINAT(IV)

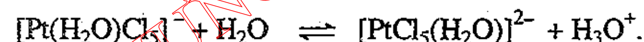
Vàng nhạt (màu đỏ nhạt khi chứa tạp chất là muối tương ứng của iriđi, ruteni hay palađi, màu lục vàng khi chứa tạp chất là muối tương ứng của rođi). Phân huỷ khi đun nóng. Tan rất ít trong nước nguội, trong nước nóng anion được aqua hoá và proton phân. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem $908^{8}$, $916^{9}$, $917^{5}$, $922^{3}$.

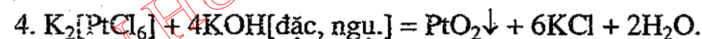
$M = 485,99$; $d = 3,499$; $k_t = 0,774^{(20)}$; $3,71^{(80)}$.

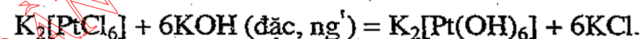

1. $K_2[PtCl_6] = 2KCl + PtCl_4$ (250°C).

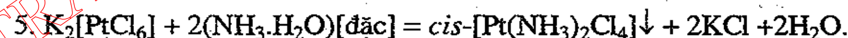

2. $K_2[PtCl_6]$(loã.) $+ 12H_2O$(ngu.) $= 2[K(H_2O)_6]^+ + [PtCl_6]^{2-}$.


3. $K_2[PtCl_6] + 13H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + [Pt(H_2O)Cl_5]^- + Cl^-$. (80-100°C).


$[Pt(H_2O)Cl_5]^- + H_2O \rightleftharpoons [PtCl_5(H_2O)]^{2-} + H_3O^+$.


4. $K_2[PtCl_6] + 4KOH$[đặc, ngu.] $= PtO_2\downarrow + 6KCl + 2H_2O$.

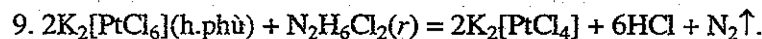

$K_2[PtCl_6] + 6KOH$ (đặc, ng') $= K_2[Pt(OH)_6] + 6KCl$.

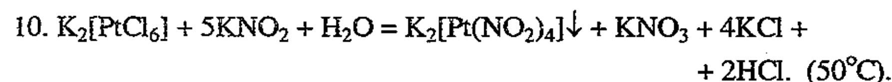

5. $K_2[PtCl_6] + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $=$ *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]\downarrow + 2KCl + 2H_2O$.

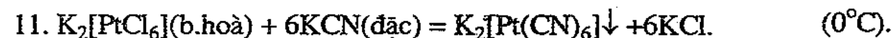

6. $K_2[PtCl_6] + 2H_2S$ (b.hoà) $= PtS\downarrow + 4HCl + 2KCl$.

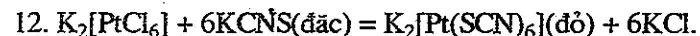

7. $K_2[PtCl_6] + 2H_2 = Pt + 2KCl + 4HCl$ (200-250°C).


8. $K_2[PtCl_6]$(h.phù) $+ Pt$(muội) $+ 2KCl = 2K_2[PtCl_4]$.


9. $2K_2[PtCl_6]$(h.phù) $+ N_2H_6Cl_2(r) = 2K_2[PtCl_4] + 6HCl + N_2\uparrow$.


10. $K_2[PtCl_6] + 5KNO_2 + H_2O = K_2[Pt(NO_2)_4]\downarrow + KNO_3 + 4KCl +$ $+ 2HCl$. (50°C).


11. $K_2[PtCl_6]$(b.hoà) $+ 6KCN$(đặc) $= K_2[Pt(CN)_6]\downarrow + 6KCl$. (0°C).


12. $K_2[PtCl_6] + 6KCNS$(đặc) $= K_2[Pt(SCN)_6]$(đỏ) $+ 6KCl$.

## 919. $(NH_4)_2[PtCl_6]$ – AMONI HEXACLOROPLATINAT(IV)

Vàng nhạt (màu đỏ nhạt khi chứa tạp chất là muối tương ứng của iriđi, ruteni hay palađi, màu nâu - lục vàng khi chứa muối tương ứng của rođi. Phân huỷ khi đun nóng. Tan ít trong nước nguội, trong nước nóng anion được aqua hoá và proton phân. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không tan trong trong dung dịch amoni clorua đặc. Không phản ứng với axit. Tan

được nhờ tác dụng của natri hiđroxit khi đun nóng. Phản ứng với hiđrat amoniac, đihiđro sunfua. Chất oxi hoá. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem 908[8], 917[5].

$M = 443,88$; $d = 3,065$; $k_t = 0,50^{(20)}; 2,16^{(80)}$.

1. $(NH_4)_2[PtCl_6] = Pt(bột) + 2NH_4Cl + 2Cl_2$ (215-350°C).
   $3(NH_4)_2[PtCl_6] = 3Pt(bột) + 2NH_4Cl + 16HCl + 2N_2$ (350-600°C).
2. $(NH_4)_2[PtCl_6](dd) = 2NH_4^+ + [PtCl_6]^{2-}$ (20°C).
3. $(NH_4)_2[PtCl_6] + H_2O = 2NH_4^+ + [Pt(H_2O)Cl_5]^- + Cl^-$ (80-100°C).
4. $(NH_4)_2[PtCl_6] + 4NaOH$ (đặc, ngu.) $= PtO_2\downarrow + 2NH_4Cl + 4NaCl + 2H_2O$.
   $(NH_4)_2[PtCl_6] + 6NaOH$ (đặc, ng') $= (NH_4)_2[Pt(OH)_6] + 6NaOH$.
5. $(NH_4)_2[PtCl_6] + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $=$ *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]\downarrow + 2NH_4Cl + 2H_2O$.
6. $(NH_4)_2[PtCl_6] + 2H_2S$(b.hoà) $= PtS\downarrow + 4HCl + 2NH_4Cl$. (*t* thường).
7. $(NH_4)_2[PtCl_6] + 2HCOOH \xrightarrow{t} Pt\downarrow + 2CO_2\uparrow + 2NH_4Cl + 4HCl$.
8. $2(NH_4)_2[PtCl_6]$ (h.phù) $+ N_2H_6Cl_2 = 2(NH_4)_2[PtCl_4] + N_2\uparrow + 6HCl$. (đ.sôi).

## 920. K[PtF6] – KALI HEXAFLOROPLATINAT(V)

Nâu-vàng, phân huỷ khi đun nóng. Nhạy cảm với hơi ẩm không khí. Bị axit, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Chất oxi hoá mạnh. Điều chế, xem 905[6].

$M = 348,17$

1. $2K[PtF_6] = 2PtF_4 + F_2 + 2KF$ (750°C).
2. $4K[PtF_6] + 6H_2O = 2PtO_2\downarrow + 2K_2[PtF_6] + O_2\uparrow + 12HF$.
3. $2K[PtF_6] + 4HCl$(đặc) $= 2H_2[PtF_6] + Cl_2\uparrow + 2KCl$.
4. $4K[PtF_6] + 20KOH$(đặc, ngu.) $= 4PtO_2\downarrow + O_2\uparrow + 24KF + 10H_2O$.
5. $6K[PtF_6] + 20(NH_3.H_2O)$[đặc] $= 6\{$*cis*-$[Pt(NH_3)_2F_4]\}\downarrow + N_2\uparrow + 6KF + 6NH_4F + 20H_2O$.
6. $2K[PtF_6] + 5H_2 = 2Pt + 2KF + 10HF$ (150-200°C).



## 921. K2[Pt(NO2)4] – KALI TETRANITROPLATINAT(II)

Tinh thể hiđrat màu trắng, không tách được ở trạng thái khan. Phân huỷ khi đun nóng. Tan vừa phải trong nước nguội. Không phản ứng với axit clohiđric. Phản ứng với axit sunfuric, kiềm, hiđrat amoniac. Bị hiđro peoxit oxi hoá. Điều chế, xem 918[10].

$M = 457,30$; $k_t = 3,8^{(15)}$.

1. $K_2[Pt(NO_2)_4].2H_2O = 2KNO_2 + Pt + 2NO_2 + 4H_2O$. (trên 150°C).
2. $K_2[Pt(NO_2)_4]$(loã.) $+ 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + [Pt(NO_2)_4]^{2-}$.
3. $2K_2[Pt(NO_2)_4] + 4H_2SO_4$(loã.) $= K_2[Pt_2(H_2O)_2(SO_4)_4] + 2NO_2\uparrow + 4HNO_2 + 2KNO_2$. (đến 10°C).
4. $K_2[Pt(NO_2)_4] + 2KOH$(loã.) $= Pt(OH)_2\downarrow + 4KNO_2$. (trg khí quyển $CO_2$).
5. $K_2[Pt(NO_2)_4] + 2(NH_3.H_2O)$[loã.] $=$ *cis*-$[Pt(NH_3)_2(NO_2)_2]\downarrow + 2KNO_2 + 2H_2O$.
6. $K_2[Pt(NO_2)_4] + 2(NH_3.H_2O)$ [đặc] $+ H_2O_2$(đặc) $=$ *cis*-$[Pt(NH_3)_2(NO_2)_4]\downarrow + 2KOH + 2H_2O$.

## 922. K2[Pt(OH)6] – KALI HEXAHIĐROXOPLATINAT(IV)

Lục-vàng, phân huỷ khi đun nóng. Tan nhiều trong nước, anion đặc biệt bền trong môi trường kiềm và amoniac. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Phản ứng với axit. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem 918[4].

$M = 375,32$; $d = 5,18$.

1. $K_2[Pt(OH)_6] = 2KOH + O_2 + 2H_2O$ (160-450°C).
2. $K_2[Pt(OH)_6] + 12H_2O = 2[K(H_2O)_6]^+ + [Pt(OH)_6]^{2-}$. (trg KOH loã.).
3. $K_2[Pt(OH)_6] + 6HCl$ (đặc, ng') $= K_2[PtCl_6] + 6H_2O$.
4. $K_2[Pt(OH)_6] + 2CH_3COOH$ (đặc) $+ (n-4)H_2O = PtO_2.nH_2O\downarrow + 2K(CH_3COO)$.
5. $K_2[Pt(OH)_6] + 2AgNO_3 = Ag_2[Pt(OH)_6]\downarrow$(vàng nhạt) $+ 2KNO_3$.

**923. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ – *trans* - ĐICLOROĐIAMMIN PLATIN**

Clorua II của bazơ Rayzê. Vàng nhạt, phân huỷ khi đun nóng. Được aqua hoá một phần khi đun sôi huyền phù trong nước. Tan rất ít trong nước, ở nhiệt độ thường độ tan bé hơn đồng phân *cis*. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Không phản ứng với axit clohiđric, axit sunfuric. Bị axit nitric đặc, kiềm, hiđrat amoniac phân huỷ. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem 910[1,4], 911[t], 924[1,3], 925[6].

$M = 300{,}05$; $k_t = 0{,}036^{(25)}$; $0{,}7^{(100)}$.

1. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] = Pt + 2NH_3 + Cl_2$ (340°C)
2. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + H_2O \rightleftharpoons [Pt(H_2O)(NH_3)_2Cl]Cl$ (đ.sôi).
3. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + 2HNO_3$ (đặc) $= PtO_2\downarrow + 2NO_2\uparrow + 2NH_4Cl$.
4. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + 2NaOH$ (đặc, ngu.) $+ 2H_2O = Pt(OH)_2\downarrow +$
   $+ 2(NH_3.H_2O) + 2NaCl$.
5. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + 2(NH_3.H_2O) = [Pt(NH_3)_4]Cl_2 + 2H_2O$.
6. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + Cl_2(r) =$ *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]\downarrow$ (đ.sôi).

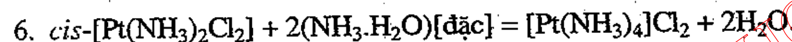
**924. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ – *cis*-ĐICLOROĐIAMMIN PLATIN**

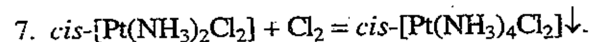
Muối Payron(Peirone). Bột vàng thẫm hoặc tinh thể lớn màu lục-vàng. Biến chậm thành đồng phân *trans* khi đun nóng chất rắn hoặc khi đun sôi huyền phù trong nước. Tan rất ít trong nước, độ tan hơi lớn hơn đồng phân *trans*. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Phản ứng với axit clohiđric loãng, axit sunfuric đặc (tạo nên dung dịch màu lục có thành phần chưa biết), kiềm, hiđrat amoniac. Tham gia phản ứng trao đổi phối tử. Điều chế, xem 916[4].

$M = 300{,}05$; $k_t = 0{,}26^{(25)}$; $3{,}0^{(100)}$.

1. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] \xrightarrow{\tau}$ *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ (270-275°C).
2. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + H_2O \rightleftharpoons [Pt(H_2O)(NH_3)_2Cl]Cl$.
3. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$(h.phù) $\xrightarrow{\tau}$ *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$.
   (trên 100°C, x.tác Pt).
4. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + 2HCl$ (loã.) $= H[Pt(NH_3)Cl_3] + NH_4Cl$ (đ.sôi).
5. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + 2NaOH$ (đặc, ngu.) $+ 2H_2O = Pt(OH)_2\downarrow +$
   $+ 2(NH_3.H_2O) + 2NaCl$.




6. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + 2(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Pt(NH_3)_4]Cl_2 + 2H_2O$.


7. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2] + Cl_2 =$ *cis*-$[Pt(NH_3)_4Cl_2]\downarrow$.

**925. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ - *trans*-TETRACLOROĐIAMMIN PLATIN**

Muối Jera (Gerhardt). Bột vàng tươi hoặc tinh thể lớn hơn màu lục-vàng. Phân huỷ khi đun nóng. Tan rất ít trong nước. Không tạo nên tinh thể hiđrat. Tan nhiều trong axit clohiđric. Bị axit sunfuric đặc và axit nitric đặc phân huỷ khi đun sôi, phản ứng với kiềm, hiđrat amoniac. Điều chế, xem 923[6].

$M = 370{,}95$; $d = 3{,}508$; $k_t = 0{,}41^{(0)}$; $3{,}0^{(100)}$.

1. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4] = PtCl_4 + 2NH_3$. (280-340°C).
2. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4] + 2H_2O + 2HNO_3$(đặc) $= PtO_2\downarrow + 2NH_4NO_3 +$
   $+ 4HCl\uparrow$. (đ.sôi).
3. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4] + 6NaOH$(đặc, ng') $= Na_2[Pt(OH)_6] + 2NH_3\uparrow +$
   $+ 4NaCl$.
4. *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4] + 3(NH_3.H_2O)$[đặc] $= [Pt(NH_3)_5Cl]Cl_3\downarrow + 3H_2O$

**926. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ – *cis*- TETRACLOROĐIAMMIN PLATIN**

Muối Cleve. Vàng tươi, khi đun nóng nhẹ trở nên lục thẫm, đồng phân hoá. tan rất ít trong nước, tan nhiều hơn trong dung dịch amoniac loãng, tan nhiều trong axit clohiđric khi đun nóng. Bị axit sunfuric đặc, axit nitric đặc, kiềm và hiđrat amoniac phân huỷ. Điều chế, xem 917[4], 924[7].

$M = 370{,}95$; $d = 3{,}42$; $k_t = 0.33^{(0)}$; $1{,}54^{(100)}$.

1. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4] \xrightarrow{\tau}$ *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ (240°C).
2. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4] + 2H_2O + 2HNO_3$(đặc) $= PtO_2\downarrow + 2NH_4NO_3 + 4HCl\uparrow$.
3. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4] + 6NaOH$(đặc, ng') $= Na_2[Pt(OH)_6] + 2NH_3\uparrow +$
   $+ 4NaCl$.
4. *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_4](r) + NH_3.H_2O$(đặc, ng') $\rightleftharpoons [Pt(NH_3)_3Cl_3]Cl + H_2O$.

**Chỉ dẫn tra cứu tên chất**
**(theo số thứ tự đề mục)**

## Chỉ dẫn tra cứu công thức hoá học

(Công thức hoá học được sắp xếp theo thứ tự chữ La Tinh, sau công thức là số thứ tự của đề mục)

# MỤC LỤC

# TÍNH CHẤT LÝ HÓA HỌC CÁC CHẤT VÔ CƠ

Tác giả: R. A. LIĐIN, V. A. MOLOSKO, L. L. ANĐREEVA
Người dịch: LÊ KIM LONG, HOÀNG NHUẬN
Người hiệu đính: HOÀNG NHÂM

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS. TS. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập: TH. S. NGUYỄN HUY TIẾN
Sửa bài: LÊ KIM, QUANG HUY
Trình bày bìa: LAN HƯƠNG

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HƯNG ĐẠO – HÀ NỘI